

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG
(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
5. Juli 2012 (05.07.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/089367 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/14 (2006.01) F02D 41/30 (2006.01)
F02D 41/38 (2006.01)

(DE). MADER, Bernhard [DE/DE]; Eichenweg 9, 71394
Kernen (DE). WU, Jian [CN/DE]; Im Mais 8, 71636
Ludwigsburg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/069152

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. Oktober 2011 (31.10.2011)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 064 181.2
27. Dezember 2010 (27.12.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach
30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

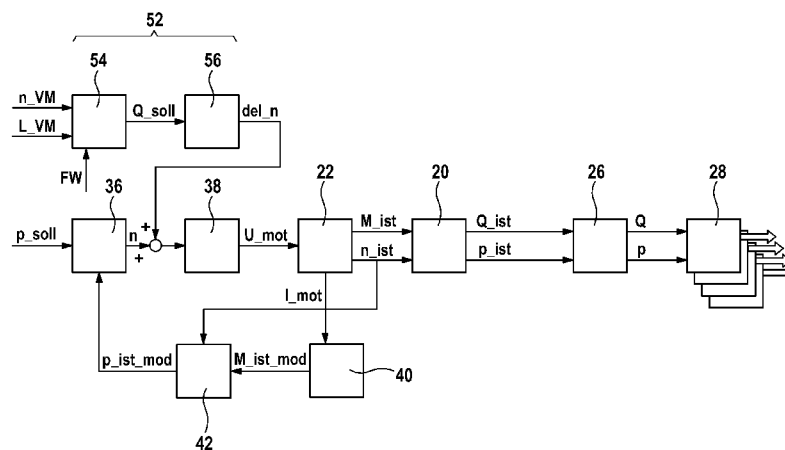
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FLO, Siamend
[DE/DE]; Goslarer Str. 109, 70499 Stuttgart (DE). KURZ,
Georg [NL/NL]; Dr. Hub Van Doorneweg, NL-5000 AM
Tilburg (NL). MAIER, Martin [DE/DE]; Meisenweg 12,
71696 Moeglingen (DE). GAESSLER, Hermann
[DE/DE]; Im Hoernle 14, 71665 Vaihingen (DE). DIEHL,
Udo [DE/DE]; Alte Stuttgarter Str. 115, 70195 Stuttgart

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL SUPPLY SYSTEM FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE HAVING A FULE PUMP

(54) Bezeichnung : KRAFTSTOFFVERSORGUNGSSYSTEM FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINER
KRAFTSTOFFPUMPE



(57) Abstract: In a fuel supply system (10) for an internal combustion engine having a fuel pump (20) which has a variable delivery quantity and is intended for delivering fuel under pressure into a pressure space (26), a control device (34) for controlling the pressure in the pressure space (26) on the basis of at least one measurement variable which has been recorded at the fuel pump (20), at least one injection device (28) for injecting fuel from the pressure space (26), and a signal generator for making available a signal for controlling the injection device (28), according to the invention the control device (34) is configured to detect, on the basis of the signal from the signal generator, a change in the direction of a relatively large or relatively small fuel requirement of the at least one injection device (28) and to control the fuel pump (20) correspondingly in a predictive fashion.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/089367 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Bei einem Kraftstoffversorgungssystem (10) für eine Brennkraftmaschine mit einer in ihrer Fördermenge veränderbaren Kraftstoffpumpe (20) zum Fördern von Kraftstoff unter Druck in einen Druckraum (26), einer Steuereinrichtung (34) zum Steuern des Drucks im Druckraum (26) auf der Grundlage von mindestens einer Messgröße, die an der Kraftstoffpumpe (20) aufgenommen wurden, mindestens einer Einspritzeinrichtung (28) zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Druckraum (26), und einem Signalgeber zum Bereitstellen eines Signals zum Steuern der Einspritzeinrichtung (28), ist erfindungsgemäß die Steuereinrichtung (34) dazu eingerichtet, aus dem Signal des Signalgebers eine Änderung in Richtung auf einen größeren oder kleineren Kraftstoffbedarf der mindestens einen Einspritzeinrichtung (28) zu erkennen und die Kraftstoffpumpe (20) entsprechend vorausschauend zu steuern.

5 Beschreibung

Titel

Kraftstoffversorgungssystem für eine Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoff-
pumpe

10

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffversorgungssystem für eine Brennkraftmaschine mit einer in ihrer Fördermenge veränderbaren Kraftstoffpumpe zum Fördern von Kraftstoff unter Druck in einen Druckraum, einer Steuereinrichtung zum Steuern des Drucks im Druckraum auf der Grundlage von mindestens einer Messgröße, die an der Kraftstoffpumpe aufgenommen wurden, mindestens einer Einspritzeinrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Druckraum, und einem Signalgeber zum Bereitstellen eines Signals zum Steuern der Einspritzeinrichtung. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffversorgungssystems für eine Brennkraftmaschine mit den Schritten: Fördern von Kraftstoff unter Druck in einen Druckraum mittels einer in ihrer Fördermenge veränderbaren Kraftstoffpumpe, Steuern des Drucks im Druckraum mittels einer Steuereinrichtung auf der Grundlage von mindestens einer Messgröße, die an der Kraftstoffpumpe aufgenommen wurden, Einspritzen von Kraftstoff mittels mindestens einer Einspritzeinrichtung aus dem Druckraum und Bereitstellen eines Signals mittels eines Signalgebers zum Steuern der Einspritzeinrichtung.

20

25

30

35

Moderne Kraftstoffversorgungssysteme für Brennkraftmaschinen, insbesondere Benzinmotoren, umfassen im Wesentlichen die Komponenten einer elektrischen Kraftstoffpumpe (EKP), welche meist im Tank angeordnet ist und in Zusammenarbeit mit einem Niederdrucksensor Kraftstoff unter Niederdruck bereitstellt, sowie einer Hochdruckpumpe (HDP), die an der Brennkraftmaschine selbst angebracht ist und in Zusammenarbeit mit einem Hochdrucksensor, einem Druckregelventil und einem Druckbegrenzungsventil den Niederdruck auf einen je nach Betriebszustand der Brennkraftmaschine definierten Hochdruck erhöht

und so den Kraftstoff an ein Rail mit zugehörigen Hochdruckeinspritzventilen liefert. Derartige Kraftstoffversorgungssysteme sind vergleichsweise umfangreich und aufwändig.

5 Des weiteren fördert eine derartige Hochdruckpumpe bei tiefen Umgebungstemperaturen, wie sie insbesondere bei einem Kaltstart vorliegen, pro Zeiteinheit weniger Kraftstoff und muss daher größer ausgelegt werden, als es für die sonstigen Betriebszustände der Brennkraftmaschine erforderlich wäre.

10 Aus DE 44 462 77 B4 ist ein Kraftstoffversorgungssystem für eine Brennkraftmaschine bekannt, mit einer elektrischen Kraftstoffpumpe, deren Förderleistung abhängig von Betriebsgrößen steuer- oder regelbar ist, und mit einem Kraftstoffzumesssystem mit Einspritzventilen. Der Kraftstoffdruck und die Kraftstoff-Durchflussmenge werden ausgehend von einer Spannung und eines Stroms der elektrischen Kraftstoffpumpe von einer Elektronik er-
15 mittelt. Mit dem derartigen Kraftstoffversorgungssystem einer Brennkraftmaschine kann dadurch der Kraftstoffdruck und/oder die Kraftstoffmenge aufgrund von regelungstechnischen Zusammenhängen geregelt werden, ohne dass es dazu eines Drucksensors bedarf.

20

Offenbarung der Erfindung

Gemäß der Erfindung ist Kraftstoffversorgungssystem für eine Brennkraftmaschine mit einer in ihrer Fördermenge veränderbaren bzw. steuerbaren Kraftstoffpumpe zum Fördern von Kraftstoff unter Druck in einen Druckraum, einer
25 Steuereinrichtung zum Steuern des Drucks im Druckraum auf der Grundlage von mindestens einer Messgröße, die an der Kraftstoffpumpe aufgenommen wurde (so genannte indirekte Messgröße), mindestens einer Einspritzeinrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Druckraum, und einem Signalgeber zum Bereitstellen eines Signals zum Steuern der Einspritzeinrichtung geschaffen, bei
30 dem die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, aus dem Signal des Signalgebers eine Änderung in Richtung auf einen größeren oder kleineren Kraftstoffbedarf der mindestens einen Einspritzeinrichtung zu erkennen und die Kraftstoffpumpe entsprechend vorausschauend zu steuern.
35

Ein zugehöriges erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffversorgungssystems für eine Brennkraftmaschine umfasst die Schritte: Fördern von Kraftstoff unter Druck in einen Druckraum mittels einer in ihrer Fördermenge veränderbaren Kraftstoffpumpe, Steuern des Drucks im Druckraum mittels einer Steuereinrichtung auf der Grundlage von mindestens einer Messgröße, die an der Kraftstoffpumpe aufgenommen wurde, Einspritzen von Kraftstoff mittels mindestens einer Einspritzeinrichtung aus dem Druckraum, Bereitstellen eines Signals mittels eines Signalgebers zum Steuern der Einspritzeinrichtung, Erkennen einer Änderung in Richtung auf einen größeren oder kleineren Kraftstoffbedarf der mindestens einen Einspritzeinrichtung aus dem Signal des Signalgebers mittels der Steuereinrichtung und entsprechend vorausschauendes Steuern der Kraftstoffpumpe mittels der Steuereinrichtung.

Erfindungsgemäß ist damit eine so genannte Vorsteuerung geschaffen, mittels der aus dem Signal eines Signalgebers, insbesondere eines von einem Fahrer bedienten Gaspedals, eine Änderung in Richtung auf einen größeren oder kleineren Kraftstoffbedarf der Einspritzeinrichtung der zugehörigen Brennkraftmaschine erkannt und die Kraftstoffpumpe entsprechend vorausschauend gesteuert werden kann. Die Einspritzeinrichtung ist dabei vorzugsweise mittels elektronisch gesteuerter, elektromagnetischer Einspritzventile gestaltet.

Die derartige Vorsteuerung baut darauf auf, dass der Steuereinrichtung grundsätzlich die zukünftig bzw. demnächst einzuspritzende Kraftstoffmenge bekannt ist, denn diese ist vom aktuellen Betriebspunkt abhängig. Der Betriebspunkt ist primär durch die Drehlast und die Last des Verbrennungsmotors bestimmt. Von diesem Kraftstoffbedarf kann die von der Kraftstoffpumpe zukünftig zu fördernde Kraftstoffmenge abgeleitet werden, wenn der Wunsch des Fahrers nach einer Erhöhung oder Senkung der Leistung der Brennkraftmaschine berücksichtigt wird. Dieser Wunsch des Fahrers ist dem System ebenfalls bekannt, denn der Fahrer gibt seinen Wunsch über das Gaspedal bzw. Fahrpedal an das System weiter. Indem der Fahrer z.B. auf das Gaspedal tritt, was dem Wunsch einer höheren Motorleistung entspricht, fordert er damit eine Erhöhung der Leistung und eine größere einzuspritzende Kraftstoffmenge. Erfindungsgemäß wird diese größere Kraftstoffmenge durch die Vorsteuerung vorausschauend bereitgestellt, indem diese die Kraftstoffpumpe entsprechend steuert. Diese vorausschauende Steuerung führt insbesondere zu einer sehr schnellen Anpassung der Förderleistung

der Kraftstoffpumpe, indem direkt auf deren Ansteuerung Einfluss genommen wird. Es wird mit dieser kurzzeitigen zusätzlichen direkten Ansteuerung die normale und während des Betriebs übliche Regelung der Kraftstoffpumpe zeitlich befristet anders angesteuert. Die kurzzeitige direkte Ansteuerung führt zu einer Überlagerung eines zusätzlichen Steuersignals an die Kraftstoffpumpe, gemäß dem diese dann ihre Leistung kurzfristig und für einen kurzen Zeitraum erhöht bzw. erniedrigt. Die kurzzeitige Änderung der Förderleistung der Pumpe dauert so lange an, bis der Änderungswunsch des Fahrers von der restlichen Regelung der Steuereinrichtung ebenfalls eingeregelt und damit berücksichtigt ist. Es bedarf dann keiner weiteren Sonderregelung für die Kraftstoffpumpe und diese kann im bis zum nächsten relevanten Änderungswunsch des Fahrers im normalen Regelbetrieb betrieben werden.

Durch die erfindungsgemäße Einflussnahme auf die Regelung der Kraftstoffpumpe kann ein temporäres Absinken des Drucks im Druckraum aufgrund des ansteigenden Kraftstoffdurchsatzes an der Einspritzeinrichtung verhindert werden. Die Steuereinrichtung hat im übrigen naturgemäß eine gewisse Verzögerung, bis sie von dem ansteigenden Kraftstoffbedarf über die genannten Messgrößen eine Rückmeldung erhalten und den Mehrbedarf ausgeregelt hat.

Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise dazu eingerichtet, bei einem größeren Kraftstoffbedarf die Drehzahl der Kraftstoffpumpe über das normale Maß hinaus kurzzeitig zu erhöhen. Mit der derartigen Regelung kann dies kurzzeitig erforderliche größere Kraftstoffmenge mit der oben genannten Vorsteuerung in einfacher Weise vorausschauend bereitgestellt werden. Alternativ kann die Kraftstoffpumpe dazu angepasst sein, dass sie bei gleicher Drehzahl eine pro Zeiteinheit höhere Fördermenge oder einen höheren Förderdruck liefert.

Das vorausschauende Steuern wird bevorzugt mit einer Vorsteuerung bereitgestellt, die eine Kraftstoff-Bedarfsermittlung aufweist. Die Kraftstoff-Bedarfsermittlung errechnet sich in erster Linie durch die Drehzahl des Verbrennungsmotors, die Lastsituation des Verbrennungsmotors (Leerlauf / Teillast oder Volllast), sowie Drehzahl des Verbrennungsmotors sowie eine Soll-Änderung der Drehzahl des Verbrennungsmotors. Die Soll-Änderung der Drehzahl wird durch das Fahrpedal / Gaspedal der Motorsteuerung mitgeteilt.

Das vorausschauende Steuern wird vorzugsweise mit einem inversen Pumpenmodell der Kraftstoffpumpe bereitgestellt und mit der Bedarfsermittlung-Verbrauch-Motor ist vorzugsweise eine Soll-Liefermenge an Kraftstoff ermittelbar, welche dem inversen Pumpenmodell zur Verfügung gestellt wird. Mit dem inversen Pumpenmodell wird dann innerhalb der Steuereinrichtung die der Kraftstoffpumpe bereitgestellte Änderungsvorgabe für deren Drehzahl ermittelt.

Die derartige vorausschauende Steuerung mit der Vorsteuerung wird vorzugsweise auch bei einer Zurücknahme des Gaspedals bzw. Fahrpedals, also einer Regelung in umgekehrter Richtung, genutzt.

Vorzugsweise ist ferner eine Druckbegrenzungseinrichtung zum Abführen von Kraftstoff aus dem Druckraum, wenn dort bestimmte Druckverhältnisse bestehen, vorgesehen und die Steuereinrichtung dazu eingerichtet, aus der mindestens einen Messgröße einen Betriebspunkt der Kraftstoffpumpe zu erkennen, an dem die Druckbegrenzungseinrichtung einen bekannten Druckwert aufweist.

Damit wird erfindungsgemäß bevorzugt der Förderdruck an Einspritzventilen einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Benzinmotors, mittels einer elektromotorisch angetriebenen Hochdruckpumpe bereitgestellt, der aus einem Niederdrucksystem ein definierter Vordruck geliefert wird. Der Antriebsmotor der Hochdruckpumpe wird vorzugsweise mittels einer Endstufe von einem Steuergerät bzw. einer Steuereinrichtung in Form eines Mikrocomputers angesteuert. Die Steuerung und die damit erzielte Druckeinstellung im Hochdruckbereich erfolgt vorzugsweise unter Einsatz eines Druckmodells, welches die vorhandenen Systemgrößen auswertet, ohne dabei einen Drucksensor zu verwenden. Der Druck im Hochdruckbereich kann dabei insbesondere allein über die Steuerung der Drehzahl des Antriebsmotors der Hochdruckpumpe erfolgen. Ein Absteuern von für die Einspritzung nicht benötigtem Kraftstoff über beispielsweise ein Druckregelventil ist weder aus dem Hochdruckbereich noch aus dem Niederdruckbereich erforderlich. Störende Einflüsse wie tolerierbare Maßabweichungen der Bauteile, Drifte und Alterungseffekte werden mittels einer Adaption des Druckmodells insbesondere über den aktuellen Lambdawert des Abgases oder einer Auswertung des Druckbegrenzungsverhaltens ausgeglichen. Das derartige Vorgehen führt zu einer erheblichen Kosteneinsparung und Vereinfachung des System sowie zu einer Reduzierung des Bauraums und des Gewichts des Systems.

5 So entfällt insbesondere die Komponente Drucksensor im Hochdruckbereich, der bisher für die Erfassung des Kraftstoffhochdrucks erforderlich war, die Komponente Druckregelventil, das bisher für die Druckeinstellung erforderlich war, die Komponente Rückschlagventil zwischen Hochdruckpumpe und Hochdruckbereich, da der Druck im Hochdruckbereich auch bei abgestellter Hochdruckpumpe über den elektromotorischen Antrieb gehalten oder schnell wieder aufgebaut werden kann, die Komponente Drucksensor-Niederdruck, der bisher für die Erfassung des Kraftstoffniederdrucks erforderlich war, die Komponente Steuergerät
10 sowohl für die elektrische Kraftstoffpumpe als auch die Hochdruckpumpe, da die gesamte Steuerfunktion für den Antriebsmotor und auch die Endstufe der Hochdruckpumpe gemäß der Erfindung vorteilhaft in die Motorsteuerung integriert ist.

15 Der Antriebsmotor für die Hochdruckpumpe ist bevorzugt als bürstenbehafteter Gleichstrommotor oder als elektrisch kommutierter Motor ausgeführt. Ferner können Komponenten verkleinert werden, insbesondere aufgrund der besseren Anordnung und günstigeren Auslegung der elektrischen Kraftstoffpumpe und der Hochdruckpumpe. Darüber hinaus besteht bei der Verbauung der Hochdruckpumpe ein höherer Grad an Freiheit, nicht zuletzt auch wegen des Entfalls einer
20 mechanischen Kopplung an eine Nockenwelle.

Erfindungsgemäß wird insbesondere die Spannung und der Strom der elektrischen Kraftstoffpumpen genutzt, um den Kraftstoffdruck und die Kraftstoffmenge zu modellieren. Im Druckmodell werden der momentane Kraftstoffverbrauch und die Werte der Hochdruckpumpe verarbeitet und es wird so indirekt auf den aktuellen Kraftstoffdruck geschlossen. Der Kraftstoffdruck ist z.B. in erster Näherung dem Antriebsmoment der Hochdruckpumpe und damit dem aufgenommenen Strom des Antriebsmotors proportional. Dabei wird bevorzugt ein Motormodell und ein Pumpenmodell aufgrund des jeweils proportionalen Zusammenhangs
25 zwischen Druck, Antriebsmoment und Strom sowie zwischen Liefermenge der Pumpe und Drehzahl verwendet.
30

Darüber hinaus wird erfindungsgemäß bevorzugt das Modell überwacht bzw. korrigiert, indem jener Betriebspunkt ermittelt wird, an dem ein Druckbegrenzungsventil oder ein Druckregler beginnt den Druck abzuregeln. In diesem Betriebspunkt läuft der Raildruck gegen einen Maximalwert, wie auch der Strom des E-
35

5 lektromotors, wobei gleichzeitig die Drehzahl des Elektromotors ansteigt - der geförderte Kraftstoff fließt ja durch das Druckbegrenzungsventil bzw. den Druckregler wieder ab. Die sich damit ergebende erhöhte Fördermenge der Kraftstoffpumpe kann erkannt werden. Es kann aus den ebenfalls bekannten Druckwerten des Druckbegrenzungsventils bzw. des Druckreglers auf den aktuellen Druck geschlossen und das Modell überwacht bzw. korrigiert werden.

10 Die Steuereinrichtung ist vorteilhaft dazu eingerichtet, aus der mindestens einen Messgröße mehrere Betriebspunkte mit bekannten Druckwerten zu erkennen. Auf diese Weise kann das Druckmodell in verschiedenen Betriebszuständen vielseitig überprüft und angepasst werden.

15 Ferner ist die Steuereinrichtung bevorzugt dazu eingerichtet, den Betriebspunkt der Kraftstoffpumpe zu erkennen, an dem die Druckbegrenzungseinrichtung beginnt Kraftstoff aus dem Druckraum abzuführen. Der genannte Betriebspunkt bildet sich in einer besonders gut zu ermittelnden Veränderung in den Kennlinien der an der Hochdruckpumpe überwachten Messgrößen ab.

20 Die Steuereinrichtung ist schließlich besonders vorteilhaft dazu eingerichtet, als Messgröße das Drehmoment und/oder die Stromstärke eines die Kraftstoffpumpe antreibenden Motors auszuwerten. Als weitere Korrekturgrößen können die Kraftstofftemperatur und/oder weitere Motorzustandsgrößen herangezogen werden.

25 Die Druckbegrenzungseinrichtung ist bevorzugt mit einem Druckbegrenzungsventil gestaltet. Ein derartiges Ventil hat einzelne Betriebspunkte, die sich deutlich in zu überwachenden Messgrößen an der Hochdruckpumpe abzeichnen.

30 Als Betriebspunkt der Kraftstoffpumpe wird vorzugsweise jener Betriebspunkt erkannt, an dem die Druckbegrenzungseinrichtung beginnt Kraftstoff aus dem Druckraum abzuführen. So kann testweise auch einmalig oder bei Bedarf der Kraftstoffdruck so weit erhöht werden, bis die Druckbegrenzungseinrichtung anspricht und Überdruck ablässt. Das Ablassen ist mit einem signifikanten Anstieg der Pumpendrehzahl und der Stromaufnahme verbunden, was sich in den
35 Messwerten an der Pumpe abzeichnet. Damit kann also der Betriebspunkt des Druckablassens im Druckmodell erkannt und dieses, aufgrund des dort ja be-

kannten Solldrucks, entsprechend abgeglichen werden.

Der Abgleich bzw. das Erkennen des Betriebspunkts der Kraftstoffpumpe erfolgt vorteilhaft in einer Schubphase der zugehörigen Brennkraftmaschine, also bei
5 abgeschalteter Einspritzung. Alternativ kann bei einer Drehzahlzunahme oder Drehzahlabnahme, was einer Zunahme bzw. Abnahme der Frequenz der Einspritzungen und damit auch des gemittelten Kraftstoffbedarfs entspricht, ein Abgleich des Modells vorgenommen werden. Bei einem über die Lambdaeinstellung konstant gehaltenen Lambda kann dabei über eine Strom-/ Drehzahlregelung
10 des Antriebsmotors auf den aktuellen Kraftstoffdruck geschlossen werden. Eine gleichzeitige Änderung der Last kann im Druckmodell berücksichtigt werden. Als weitere Korrekturgrößen können wie erwähnt die Kraftstofftemperatur und weitere Motorzustandsgrößen herangezogen werden.

15 Als Messgröße werden dabei insbesondere wie erwähnt das Drehmoment und/oder die Stromstärke eines die Kraftstoffpumpe antreibenden Motors ausgewertet.

Als weitere Vorteile der erfindungsgemäßen Vorgehensweise wird gesehen, dass
20 nur so viel Kraftstoff von der Hochdruckpumpe gefördert wird, wie von der Einspritzung auch tatsächlich abgenommen wird. Ein energetisch ungünstiges Absteuern von bereits auf Hochdruck gefördertem Kraftstoff mittels eines hochdruckseitigen Druckregelventils oder ähnliches entfällt. Durch die erfindungsgemäß mögliche kurbelwellen- und damit auch nockenwellenunabhängige Einstellbarkeit der Hochdruckpumpe, kann diese dem aktuellen Kraftstoffbedarf gut angepasst werden. Die Hochdruckpumpe muss lediglich auf den maximal möglichen Förderbedarf des Einspritzsystems ausgelegt werden. Ferner kann sie auch
25 entfernt von heißen und mechanisch stark beanspruchten Stellen des Verbrennungsmotors an den Bauraum betreffend optimalen Stellen verbaut werden.

30 Durch die dann niedrigere Temperatur der Hochdruckpumpe und des Kraftstoffs ist die Gefahr der Dampfblasenbildung deutlich geringer, so dass mit einem wesentlich geringeren Niederdruck gearbeitet werden kann. Dies ermöglicht es, die elektrische Kraftstoffpumpe kleiner auszulegen. Eine sonst erforderliche Bedarfsregelung zur Verhinderung der Aufheizung des Kraftstoffs im Tank und zur Ver-
35

ringierung der elektrischen Leistungsaufnahme und damit verbunden auch ein Niederdrucksensor können entfallen.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Lösung anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

- 5
- Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems,
- 10 Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Verfahrens zum Betreiben eines Kraftstoffeinspritzsystems gemäß Fig. 1,
- Fig. 3 eine schematische Ansicht eines ersten Aspekts des Verfahrens zum Betreiben eines Kraftstoffeinspritzsystems gemäß Fig. 1,
- Fig. 4 den Verlauf des Drucks über der Zeit bei einem Verfahren gemäß Fig. 3,
- 15 Fig. 5 den Verlauf der Fördermenge über der Zeit bei einem Verfahren gemäß Fig. 3,
- Fig. 6 den Verlauf des Stroms über der Zeit bei einem Verfahren gemäß Fig. 3,
- Fig. 7 den Verlauf der Drehzahl über der Zeit bei einem Verfahren gemäß Fig. 3,
- Fig. 8 eine schematische Ansicht eines zweiten Aspekts des Verfahrens zum Betreiben eines Kraftstoffeinspritzsystems gemäß Fig. 1 und
- 20 Fig. 9 eine schematische Ansicht eines dritten Aspekts des Verfahrens zum Betreiben eines Kraftstoffeinspritzsystems gemäß Fig. 1.

25 In Fig. 1 ist ein Kraftstoffeinspritzsystem 10 einer weiter nicht veranschaulichten Brennkraftmaschine dargestellt, bei dem flüssiger Kraftstoff, vorliegend Benzin, aus einem Tank 12 mittels einer elektrischen Kraftstoffpumpe 14 durch einen Filter 16 in eine Leitung 18 gefördert wird. An der Leitung 18 ist optional ein nicht dargestellter Niederdruckspeicher bzw. Dämpfer angeschlossen.

30 Die Leitung 18 befindet sich an der Saugseite einer als Hochdruckpumpe gestalteten Kraftstoffpumpe 20 mit einem elektrischen Antriebsmotor 22. Aus der Kraftstoffpumpe 20 führt eine Leitung 24 in einen einen Hochdruckbereich bildenden Druckraum 26, der auch als Rail bezeichnet wird. An dem Druckraum 26 sind als elektronische bzw. elektronisch gesteuerte Einspritzeinrichtung vier elektromagnetische Hochdruck-Einspritzventile 28 angeordnet, mittels denen der derart un-

35

ter Hochdruck bereitgestellte Kraftstoff an der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann.

5 Die Kraftstoffpumpe 20 ist mit einer mechanischen Überdrucksicherung versehen, die mittels einer vom Hochdruckbereich bzw. der Leitung 24 zum Niederdruckbereich bzw. der Leitung 18 führenden Parallelleitung 30 und einem darin angeordneten Rückschlagventil 32 gebildet ist.

10 Der Antriebsmotor 22 wird von einer Steuereinrichtung 34 angesprochen, die in einer weiter nicht veranschaulichten Steuerung des zugehörigen Verbrennungsmotors integriert ist.

15 Die Fig. 2 bis 9 veranschaulichen, wie in dieser Steuereinrichtung 34 der Prozess der Kraftstoffeinspritzung mit einem derartigen Kraftstoffeinspritzsystem 10 geregelt wird. Die Steuereinrichtung 34 umfasst eine Funktion zum Ansteuern des Antriebsmotors 22 mittels einer indirekten Druckregelung über eine modellbasierte Nachbildung der Druckentstehung. Dabei erfolgt eine Modellierung der relevanten Zusammenhänge der Hochdruckerzeugung mittels der Kraftstoffpumpe 20 und dem Antriebsmotor 22. Zur Druckberechnung wird das Antriebsmoment der Kraftstoffpumpe 20 bzw. der zu messende Strom, die Spannung und gegebenenfalls die Drehzahl des Antriebsmotors 22 herangezogen. Für die Druckregelung wird dabei der Umstand genutzt, dass innerhalb der hydraulischen Verschaltung der Bauteile der Druck p weitgehend proportional zum Drehmoment M und das Drehmoment weitgehend proportional zum Strom bzw. der Stromstärke I ist. Ferner ist die Förderleistung bzw. Liefermenge Q weitgehend proportional zur Drehzahl n . Dabei erfolgt eine Auswertung einer Druckreferenz sowie eine Vorsteuerung der Kraftstoffmenge, wie sie nachfolgend noch ausführlich erläutert werden.

30 In der Fig. 2 sind die regelungstechnischen Zusammenhänge dieser Drucksteuerung über eine indirekte Druckregelung in ihrer Grundfunktion beschrieben.

35 Ein Soll-Druck p_{soll} wird einem Druckregler 36 innerhalb der Steuereinrichtung 34 vorgegeben. Der Druckregler 36 ermittelt daraus eine Soll-Drehzahl n_{soll} , die einer Endstufe 38 innerhalb Steuereinrichtung 34 vorgegeben wird. Die Endstufe 38 setzt diese Vorgabe in eine Motor-Spannung U_{mot} für den Antriebsmo-

tor 22 um, der damit die Kraftstoffpumpe 20 mit einem optional zu messenden Ist-Moment M_{ist} und einer Ist-Drehzahl n_{ist} die Kraftstoffpumpe 20 antreibt. Diese fördert eine Ist-Liefermenge Q_{ist} und einen Ist-Druck p_{ist} in den Druckraum 26. Vom Druckraum 26 aus wird der derart mit Hochdruck geförderte Kraftstoff an den Hochdruck-Einspritzventilen 28 eingespritzt.

In der Steuereinrichtung 34 ist dazu ein Motormodell 40 hinterlegt, dem als Eingangsgrößen optional das Ist-Moment M_{ist} und ferner der Motor-Strom I_{mot} als Messgrößen mit über den Zeitverlauf hinweg erfassten Messwerten zur Verfügung stehen. Aus diesen Werten ermittelt das Motormodell 40 ein modelliertes Ist-Moment M_{ist_mod} . Dieser Wert sowie die Ist-Drehzahl n_{ist} gehen in ein Pumpenmodell 38 ein. Dieses Pumpenmodell 42 ermittelt den modellierten Ist-Pumpendruck p_{ist_mod} . Der Ist-Druck im Druckraum 26 wird also nicht gemessen, sondern mittels des Motormodells 36 und des Pumpenmodells 38 sowie der zur Verfügung gestellten, indirekten Messwerte angenähert bzw. rechnerisch ermittelt.

Wie in Fig. 3 veranschaulicht ist, ist die Steuereinrichtung 34 dabei dazu eingerichtet, dass sie aus der mindestens einen Messgröße einen Betriebspunkt der Kraftstoffpumpe 20 erkennt, an dem das Rückschlagventil 32 in seiner Funktion als Druckbegrenzungseinrichtung für den Druckraum 26 beginnt Kraftstoff aus dem Druckraum 26 zur Leitung 18 an die Niederdruckseite abzuführen. Dieser Betriebspunkt ist in den Fig. 4 bis 7 mit dem Bezugszeichen 44 gekennzeichnet.

Konkret geschieht das Ableiten von Kraftstoff, indem das Rückschlagventil 32 bei einem vordefinierten Druckwert (siehe Druckwert 46 in Fig. 4) im Druckraum 26 öffnet und Kraftstoff in die Leitung 18 abgeleitet wird. Mit dieser Ableitung von Kraftstoff steigt sehr zeitnah und kurzfristig die Liefermenge Q der Kraftstoffpumpe 20, was in Fig. 5 veranschaulicht ist. Zugleich steigt der Strom i am Antriebsmotor 22, aufgrund des nicht weiter steigenden Förderwiderstands, nicht weiter an (siehe Fig. 6). Zugleich beginnt aber die Drehzahl n der Kraftstoffpumpe 20 zu steigen (siehe Fig. 7). Die Hochdruck-Einspritzventile 28 entnehmen währenddessen bei einer bekannten Drehzahl und Last nämlich stets eine pro Zeiteinheit definierte Kraftstoffmenge aus dem Druckraum 26. Bei einer Erhöhung der Fördermenge der Kraftstoffpumpe 20 über den Einspritzbedarf steigt der Druck im Druckraum 26, bis das Rückschlagventil 32 absteuert. Die abgesteuerte Fluid-

menge führt wie erläutert insbesondere zu einer markanten Zunahme der Drehzahl der Kraftstoffpumpe 20, die einfach detektiert werden kann. Insbesondere kann dabei durch Detektieren mehrerer Drehzahlwerte (in Fig. 7 sind dazu zwei Drehzahlwerte 48 und 50 dargestellt) während des Anstiegs der Drehzahl auf den Betriebspunkt 40 bzw. den Öffnungspunkt des Rückschlagventils 32 extrapoliert werden. Das Rückschlagventil 32 und die damit gebildete Druckbegrenzungseinrichtung wird also definiert in den Bereich des Abströmens gebracht, indem der Solldruck p_{soll} so weit erhöht wird, bis das Rückschlagventil 32 zu öffnen beginnt. Das Öffnen kann über die sich einstellende Drehzahlerhöhung erkannt werden. Damit kann von den bekannten Kennwerten des Rückschlagventils 32 auf den aktuellen Druck im System geschlossen werden, um insbesondere das Pumpenmodell 42 entsprechend anzupassen. Zur Auswertung des Drucks können ein oder auch mehrere Punkte der Druckkennlinie des Rückschlagventils 32 angefahren werden. Zusätzlich kann der Stromverlauf ausgewertet werden. Auf diese Weise können das Motormodell 40 und das Pumpenmodell 42 korrigiert bzw. auf diese Betriebspunkte geeicht werden. Die Anpassung kann auch in einer Schubphase des zugehörigen Verbrennungsmotors erfolgen, in der kein Kraftstoff an den Hochdruck-Einspritzventilen 28 benötigt wird. Alternativ zu dem Rückschlagventil 32 kann auch ein Druckregelventil, das eine höhere Genauigkeit der Öffnungskennlinie bietet, eingesetzt werden.

In Fig. 8 ist ein weiterer Aspekt der Drucksteuerung mittels der Steuereinrichtung 34 veranschaulicht. Dabei ist eine so genannte Vorsteuerung 52 vorgesehen, mittels der die Steuereinrichtung 34 dazu eingerichtet ist, aus dem Signal eines Signalgebers, vorliegend eines von einem Fahrer bedienten Gaspedals, eine Änderung in Richtung auf einen größeren oder kleineren Kraftstoffbedarf der Hochdruck-Einspritzventile 28 zu erkennen und die Kraftstoffpumpe 20 entsprechend vorausschauend zu steuern.

Die Vorsteuerung 52 basiert auf der Überlegung, dass die Steuereinrichtung 34 grundsätzlich die zukünftig bzw. demnächst einzuspritzende Kraftstoffmenge kennt. Diese ist nämlich vom aktuellen Betriebspunkt, d.h. primär von der Drehlast und Last des Verbrennungsmotors, abhängig. Von diesem Kraftstoffbedarf lässt sich die von der Kraftstoffpumpe 20 zukünftig zu fördernde Kraftstoffmenge ableiten, indem der Wunsch des Fahrers berücksichtigt wird. Der Wunsch des Fahrers ist dem System bekannt, indem dieser das Gaspedal bzw. Fahrpedal

bedient. Tritt der Fahrer z.B. auf das Gaspedal, was dem Wunsch einer höheren Motorleistung entspricht, erfordert dies eine größere einzuspritzende Kraftstoffmenge. Diese größere Kraftstoffmenge kann daher durch die oben genannte Vorsteuerung 52 vorausschauend bereitgestellt werden, indem die Drehzahl der Kraftstoffpumpe 20 von der Steuereinrichtung 34 kurzzeitig erhöht wird.

Dadurch kann ein temporäres Absinken des Drucks im Druckraum 26 aufgrund des ansteigenden Kraftstoffdurchsatzes an den Hochdruck-Einspritzventilen 28 verhindert werden. Der mit der Steuereinrichtung 34 gebildete Regler hat sonst ja naturgemäß eine gewisse Verzögerung, bis er von dem ansteigenden Kraftstoffdurchsatz über die Messgrößen I_{mot} sowie n_{ist} Rückmeldung erhält und den Mehrbedarf wieder ausgeregelt hat.

Die Vorsteuerung 52 hat dazu eine Kraftstoff-Bedarfsermittlung 54, der eine Drehzahl des Verbrennungsmotors n_{VM} sowie eine Information über den Lastzustand des Verbrennungsmotors L_{VM} und der Fahrerwunsch FW , das heißt, eine Information über die Stellung bzw. die Änderung des Fahrpedals / Gaspedals, vorgegeben werden. Aus diesen Eingangsgrößen ermittelt die Bedarfsermittlung-Verbrauch-Motor 50 die Soll-Liefermenge Q_{soll} , welche einem inversen Pumpenmodell 56 zur Verfügung gestellt wird. Mit diesem inversen Pumpenmodell 56 wird dann innerhalb der Steuereinrichtung 34 die der Endstufe 38 bereitgestellte Änderungsvorgabe Drehzahl del_n ermittelt.

Die derartige Funktionalität kann mit der Vorsteuerung 52 auch bei einer Zurücknahme des Gaspedals bzw. Fahrpedals, also einer Regelung in umgekehrter Richtung, genutzt werden.

In der Fig. 9 ist ein weiterer Aspekt der Steuereinrichtung 34 veranschaulicht, gemäß dem der Lambda-Wert einer nicht weiter veranschaulichten Lambda-Sonde des Verbrennungsmotors einer Lambda-Korrektur 58 bereitgestellt wird, die damit eine Korrektur des Pumpenmodells 42 vornimmt. Wird der erwartete Lambda-Wert bei Einsatz einer sinnvollen Regelung nicht erreicht, geht das Pumpenmodell 42 davon aus, dass der modellierte Ist-Druck $p_{\text{ist_mod}}$ falsch, beispielsweise zu klein ist. Das Pumpenmodell 42 wird dann entsprechend angepasst und das zugehörige Pumpenkennlinienfeld entsprechend korrigiert.

5 Ansprüche

1. Kraftstoffversorgungssystem (10) für eine Brennkraftmaschine
 - mit einer in ihrer Fördermenge veränderbaren Kraftstoffpumpe (20) zum Fördern von Kraftstoff unter Druck in einen Druckraum (26),
 - 10 - einer Steuereinrichtung (34) zum Steuern des Drucks im Druckraum (26) auf der Grundlage von mindestens einer Messgröße, die an der Kraftstoffpumpe (20) aufgenommen wurde,
 - mindestens einer Einspritzeinrichtung (28) zum Einspritzen von Kraftstoff aus dem Druckraum (26), und einem Signalgeber zum Bereitstellen eines
 - 15 Signals zum Steuern der Einspritzeinrichtung (28),
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (34) dazu eingerichtet ist, aus dem Signal des Signalgebers eine Änderung in Richtung auf einen größeren oder kleineren Kraftstoffbedarf der mindestens einen Einspritzeinrichtung (28) zu erkennen und die Kraftstoffpumpe (20) entsprechend vor-
 - 20 ausschauend zu steuern.
2. Kraftstoffversorgungssystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (34) dazu eingerichtet ist, bei einem größeren Kraftstoffbedarf die Drehzahl der Kraftstoffpumpe
- 25 (20) über das normale Maß hinaus kurzzeitig zu erhöhen.
3. Kraftstoffversorgungssystem nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass das vorausschauende Steuern mit einer Vorsteuerung (52) bereitgestellt ist, die eine Kraftstoff-Bedarfsermittlung (54)
- 30 aufweist.
4. Kraftstoffversorgungssystem nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass das vorausschauende Steuern mit einem inversen Pumpenmodell (56) der Kraftstoffpumpe (20) bereitgestellt ist und mit
- 35 der Kraftstoff-Bedarfsermittlung (50) eine Soll-Liefermenge (Q_{soll}) an Kraft-

stoff ermittelbar ist, welche dem inversen Pumpenmodell 56 zur Verfügung gestellt werden kann.

- 5
10
5. Kraftstoffversorgungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit einer Druckbegrenzungseinrichtung (32) zum Abführen von Kraftstoff aus dem Druckraum, wenn dort bestimmte Druckverhältnisse bestehen, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (34) dazu eingerichtet ist, aus der mindestens einen Messgröße einen Betriebspunkt (44) der Kraftstoffpumpe (20) zu erkennen, an dem die Druckbegrenzungseinrichtung (32) einen bekannten Druckwert aufweist.
- 15
6. Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffversorgungssystems (10) für eine Brennkraftmaschine mit den Schritten:
- Fördern von Kraftstoff unter Druck in einen Druckraum (26) mittels einer in ihrer Fördermenge veränderbaren Kraftstoffpumpe (20),
 - Steuern des Drucks im Druckraum (26) mittels einer Steuereinrichtung (34) auf der Grundlage von mindestens einer Messgröße, die an der Kraftstoffpumpe (20) aufgenommen wurde,
 - Einspritzen von Kraftstoff mittels mindestens einer Einspritzeinrichtung (28) aus dem Druckraum (26) und
 - Bereitstellen eines Signals mittels eines Signalgebers zum Steuern der Einspritzeinrichtung (28),
- 20
- gekennzeichnet durch die Schritte:
- Erkennen einer Änderung in Richtung auf einen größeren oder kleineren Kraftstoffbedarf der mindestens einen Einspritzeinrichtung (28) aus dem Signal des Signalgebers mittels der Steuereinrichtung (34) und
 - entsprechend vorausschauendes Steuern der Kraftstoffpumpe (20) mittels der Steuereinrichtung (34)
- 25
- 30
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Steuereinrichtung (34) bei einem größeren Kraftstoffbedarf die Drehzahl der Kraftstoffpumpe (20) über das normale Maß hinaus kurzzeitig erhöht wird.
- 35
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass vorausschauende Steuern mit einer Vorsteu-

erung (52) erfolgt, die ein Bedarfsermittlung-Verbrauch-Motor (54) vornimmt.

- 5 9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass das vorausschauende Steuern mit einem inversen Pumpenmodell (56) der Kraftstoffpumpe (20) erfolgt und mit der Bedarfsermittlung-Verbrauch-Motor (50) eine Soll-Liefermenge (Q_{soll}) an Kraftstoff ermittelt wird, welche dem inversen Pumpenmodell (56) zur Verfügung gestellt wird.
- 10 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9,
mit dem Schritt: Abführen von Kraftstoff aus dem Druckraum (26), wenn dort bestimmte Druckverhältnisse bestehen, mittels einer Druckbegrenzungseinrichtung (32),
gekennzeichnet durch den Schritt: Erkennen eines Betriebspunkts (44) der Kraftstoffpumpe (20), an dem die Druckbegrenzungseinrichtung (32) einen bekannten Druckwert aufweist, aus der mindestens eine Messgröße mittels der Steuereinrichtung (34).
- 15

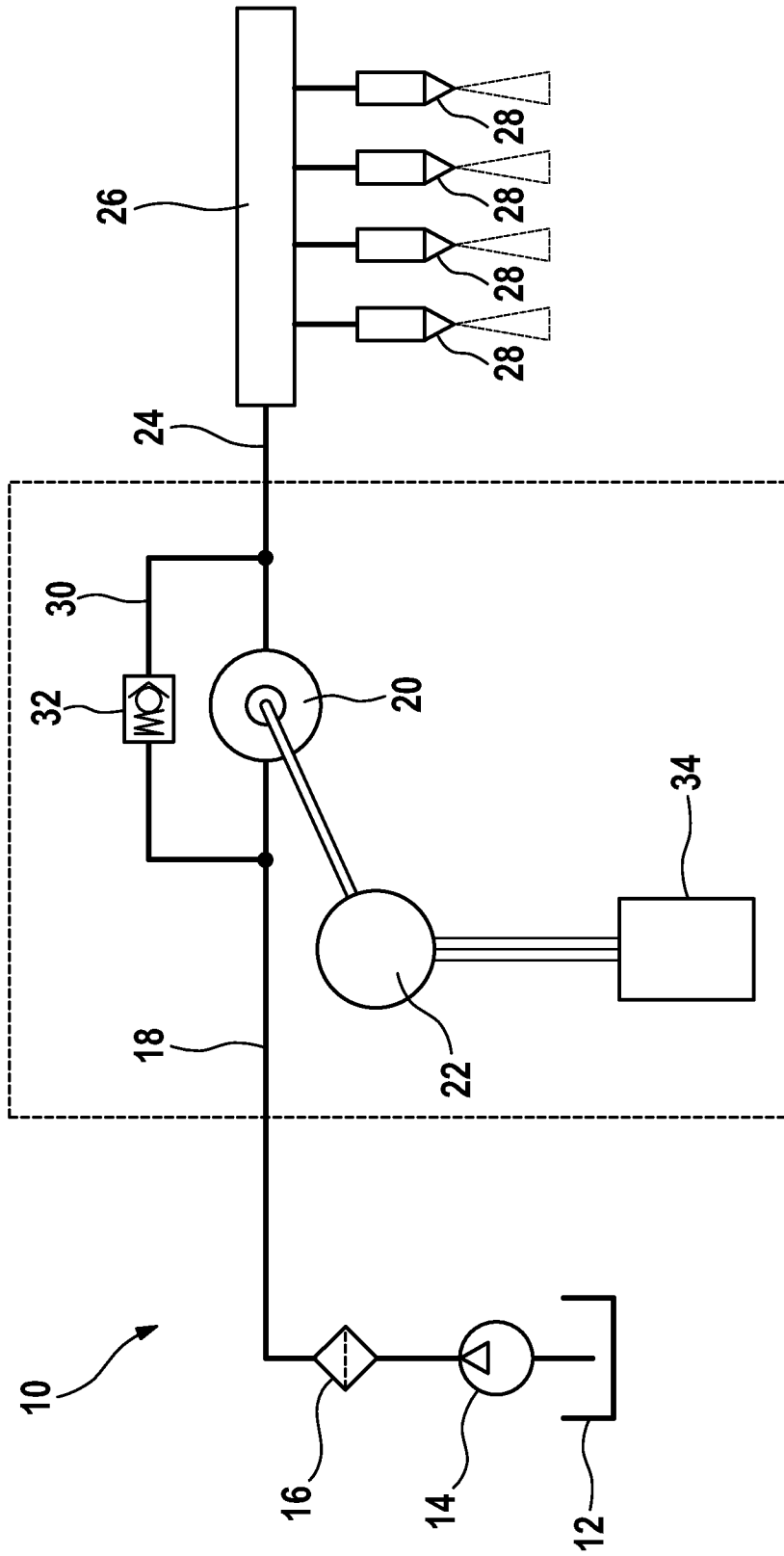


FIG. 1

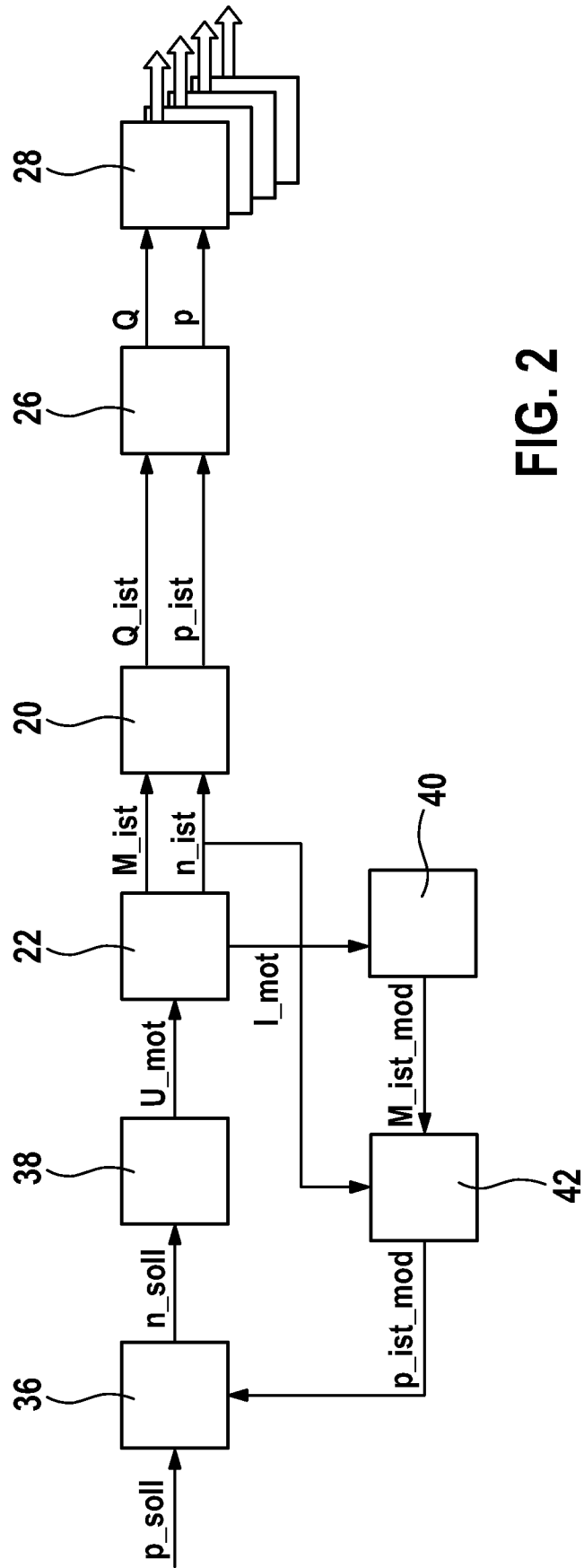


FIG. 2

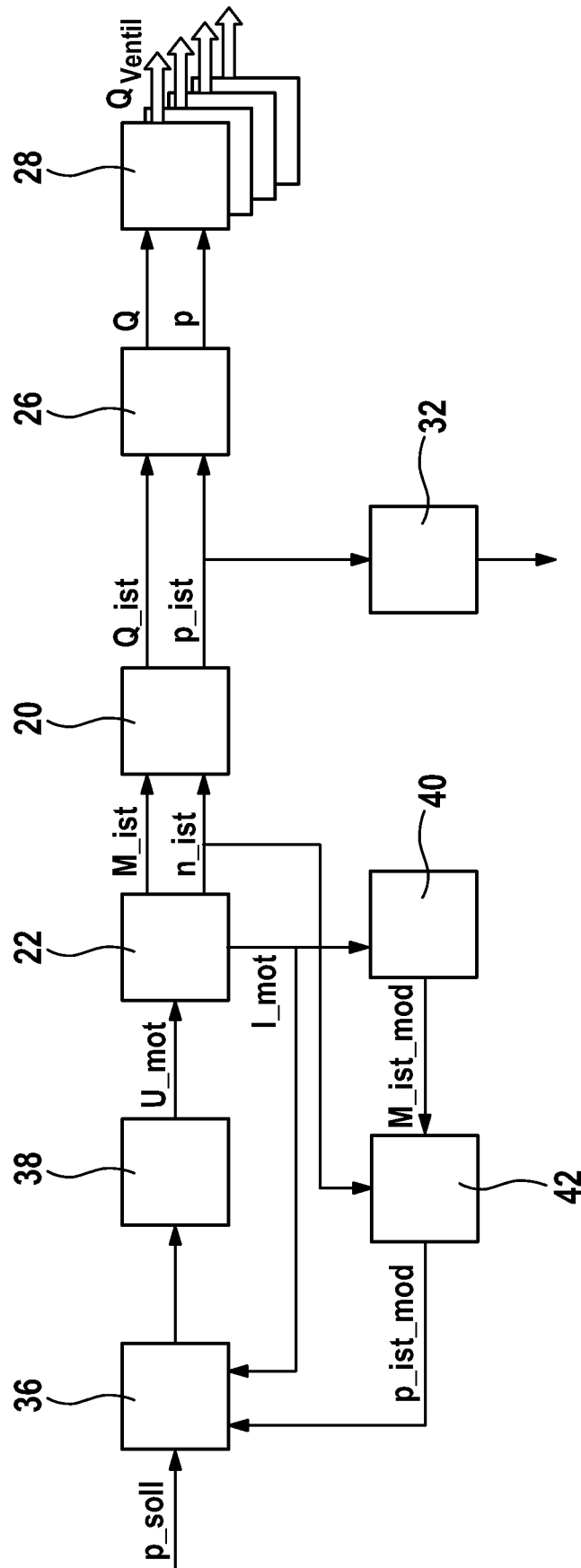


FIG. 3

FIG. 4

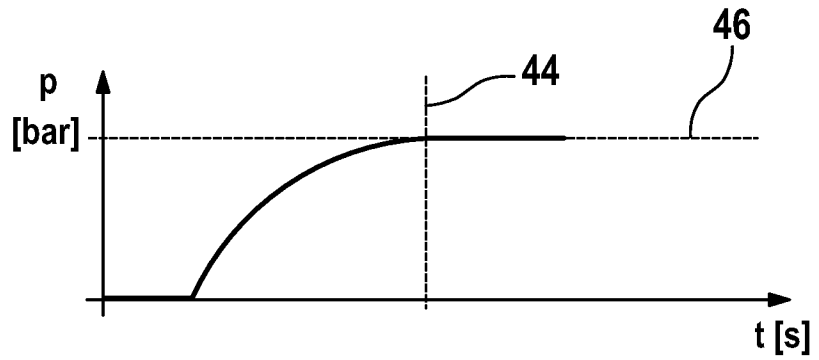


FIG. 5

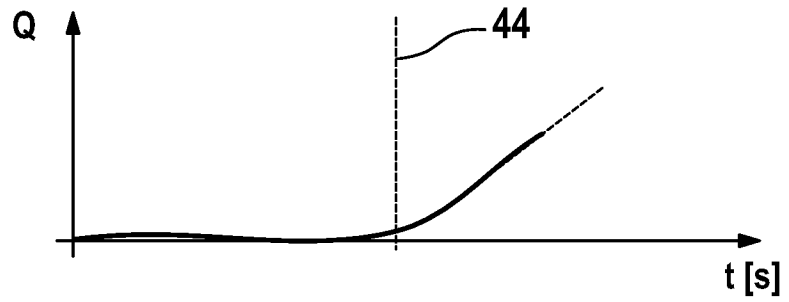


FIG. 6

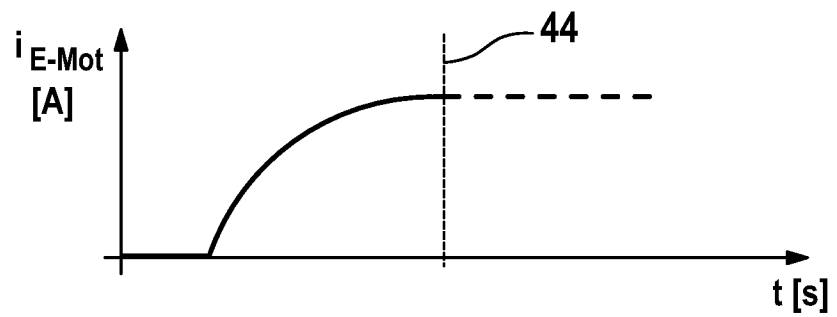
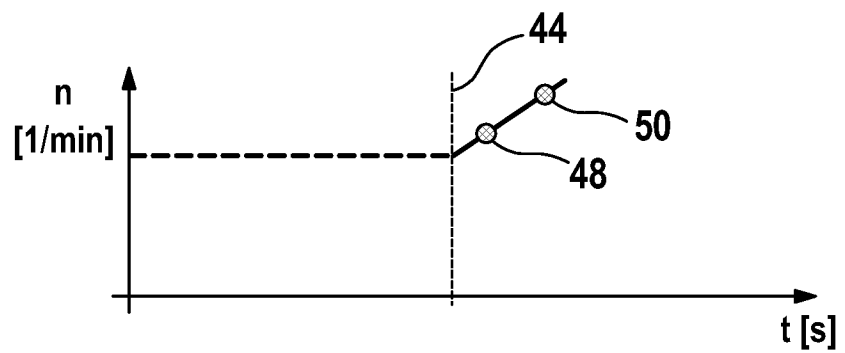


FIG. 7



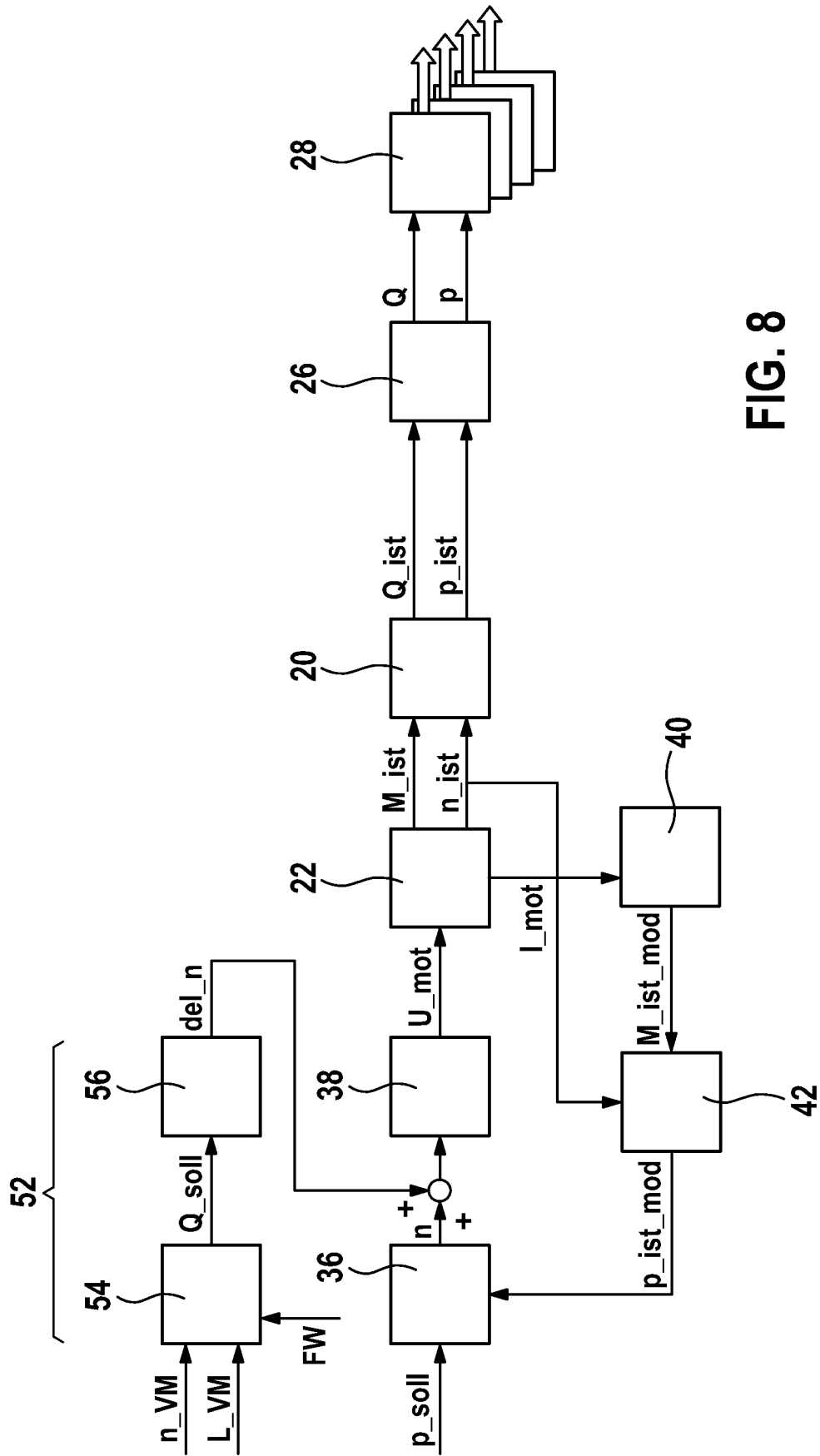


FIG. 8

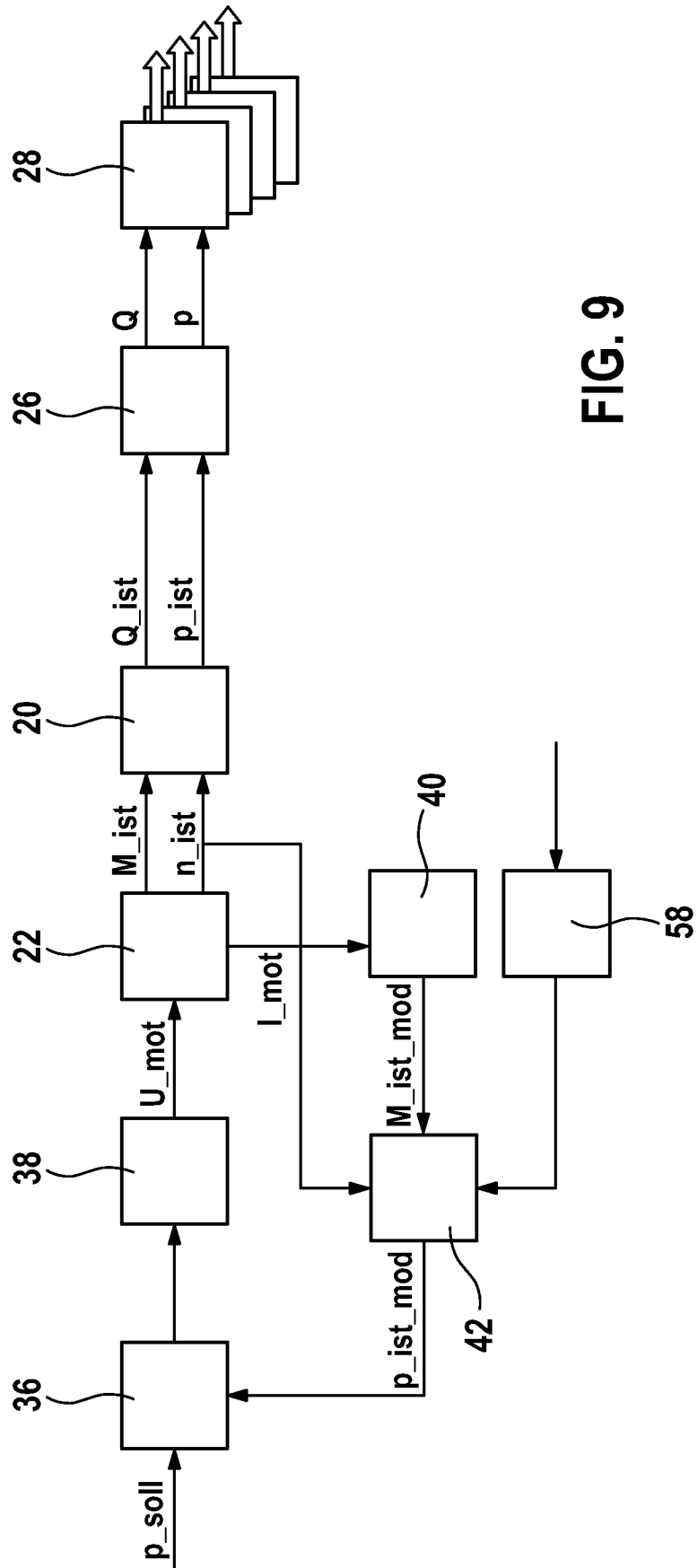


FIG. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2011/069152

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F02D41/14 F02D41/38 F02D41/30 ADD.				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F02D				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X	EP 0 725 212 A2 (ZEXEL CORP [JP]) 7 August 1996 (1996-08-07)	1-3,5-8, 10		
Y	column 1, line 5 - line 11 column 3, line 35 - line 40 column 8, line 12 - column 9, line 11 figures 1,6,7	4,9		
Y	----- US 5 379 741 A (MATYSIEWICZ EDWIN J [US] ET AL) 10 January 1995 (1995-01-10) abstract column 1, line 36 - column 2, line 5 column 2, line 50 - line 61 column 4, line 7 - line 18 ----- -/--	4,9		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents : <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report			
9 December 2011	19/12/2011			
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Wettemann, Mark			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/069152

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>AT 388 030 B (STEYR DAIMLER PUCH AG [AT] STEYR DAIMLER PUCH AG) 25 April 1989 (1989-04-25) page 2, line 1 - line 7 page 2, line 38 - page 3, line 9 page 4, line 8 - line 12 page 4, line 32 - page 5, line 35 figures 1,2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-3,6-8
X	<p>US 5 237 975 A (BETKI RANDALL A [US] ET AL) 24 August 1993 (1993-08-24) column 1, line 5 - line 14 column 1, line 41 - line 68 column 2, line 60 - column 3, line 32 figures 1,2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-3,6-8
A	<p>DE 101 11 837 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26 September 2002 (2002-09-26) abstract paragraphs [0011], [0012], [0014] paragraphs [0035], [0036] paragraphs [0042] - [0044]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2011/069152

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0725212	A2	07-08-1996	EP 0725212 A2 07-08-1996
			JP 8210209 A 20-08-1996
			US 5775304 A 07-07-1998

US 5379741	A	10-01-1995	NONE

AT 388030	B	25-04-1989	NONE

US 5237975	A	24-08-1993	DE 4335866 A1 28-04-1994
			GB 2272078 A 04-05-1994
			HU 215695 B 01-02-1999
			JP 3111130 B2 20-11-2000
			JP 6213089 A 02-08-1994
			US 5237975 A 24-08-1993

DE 10111837	A1	26-09-2002	DE 10111837 A1 26-09-2002
			FR 2822195 A1 20-09-2002
			JP 2002322961 A 08-11-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/069152

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02D41/14 F02D41/38 F02D41/30
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02D

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 725 212 A2 (ZEXEL CORP [JP]) 7. August 1996 (1996-08-07)	1-3,5-8, 10
Y	Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 11 Spalte 3, Zeile 35 - Zeile 40 Spalte 8, Zeile 12 - Spalte 9, Zeile 11 Abbildungen 1,6,7	4,9
Y	----- US 5 379 741 A (MATYSIEWICZ EDWIN J [US] ET AL) 10. Januar 1995 (1995-01-10) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 36 - Spalte 2, Zeile 5 Spalte 2, Zeile 50 - Zeile 61 Spalte 4, Zeile 7 - Zeile 18 ----- -/--	4,9



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Dezember 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/12/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wettemann, Mark

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	AT 388 030 B (STEYR DAIMLER PUCH AG [AT] STEYR DAIMLER PUCH AG) 25. April 1989 (1989-04-25) Seite 2, Zeile 1 - Zeile 7 Seite 2, Zeile 38 - Seite 3, Zeile 9 Seite 4, Zeile 8 - Zeile 12 Seite 4, Zeile 32 - Seite 5, Zeile 35 Abbildungen 1,2 -----	1-3,6-8
X	US 5 237 975 A (BETKI RANDALL A [US] ET AL) 24. August 1993 (1993-08-24) Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 14 Spalte 1, Zeile 41 - Zeile 68 Spalte 2, Zeile 60 - Spalte 3, Zeile 32 Abbildungen 1,2 -----	1-3,6-8
A	DE 101 11 837 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26. September 2002 (2002-09-26) Zusammenfassung Absätze [0011], [0012], [0014] Absätze [0035], [0036] Absätze [0042] - [0044] -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/069152

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0725212	A2	07-08-1996	EP 0725212 A2 07-08-1996
			JP 8210209 A 20-08-1996
			US 5775304 A 07-07-1998

US 5379741	A	10-01-1995	KEINE

AT 388030	B	25-04-1989	KEINE

US 5237975	A	24-08-1993	DE 4335866 A1 28-04-1994
			GB 2272078 A 04-05-1994
			HU 215695 B 01-02-1999
			JP 3111130 B2 20-11-2000
			JP 6213089 A 02-08-1994
			US 5237975 A 24-08-1993

DE 10111837	A1	26-09-2002	DE 10111837 A1 26-09-2002
			FR 2822195 A1 20-09-2002
			JP 2002322961 A 08-11-2002
