

(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
27. Dezember 2012 (27.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/175247 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02D 41/38 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/057985

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Mai 2012 (02.05.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 077 991.4 22. Juni 2011 (22.06.2011) 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

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RICHTER, Uwe**
[DE/DE]; Haferweg 12/1, 71706 Markgroeningen (DE).
HILLER, Burkhard [DE/DE]; Enzpark 7, 71739

Oberriexingen (DE). **KUEMPEL, Joerg** [DE/DE];
Elfriede-Breitenbach-Str. 16, 71640 Ludwigsburg (DE).
WINKLER, Rainer [DE/DE]; Zeppelinstr. 51, 71665
Vaihingen/Enz (DE). **ROTH, Heiko** [DE/DE]; Christian-
Leichtle-Str. 41, 74081 Heilbronn (DE).

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

(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.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR OPERATING A FUEL DELIVERY DEVICE OF AN INTERNAL COMBUSTION
ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINER KRAFTSTOFFFÖRDEREINRICHTUNG
EINER BRENNKRAFTMASCHINE

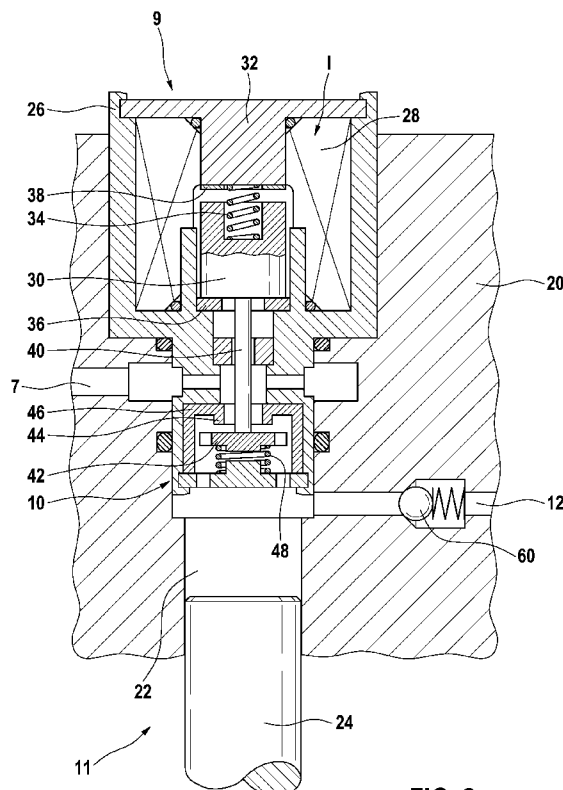


FIG. 2

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a fuel
delivery device (1) of an internal combustion engine, in which
method an electromagnetic actuating device (9) of a volume control
valve (10) is switched such as to set a delivery volume, wherein an
intensity of an energy that is supplied to the electromagnetic
actuating device (9) for switching purposes, in particular of a current
(I) supplied to the electromagnetic actuating device (9) and/or a
level of a voltage applied to the electromagnetic actuating device
(9), depends at least intermittently on a rotational speed (72) of the
internal combustion engine.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Betreiben einer
Kraftstoffförderereinrichtung (1) einer Brennkraftmaschine
beschrieben, bei dem zur Einstellung einer Fördermenge eine
elektromagnetische Betätigungseinrichtung (9) eines
Mengensteuerventils (10) geschaltet wird, wobei eine Stärke einer
der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung (9) zum Schalten
zugeführten Energie, insbesondere eines der elektromagnetischen
Betätigungseinrichtung (9) zugeführten Stroms (I) und/oder eine
Höhe einer an die elektromagnetische Betätigungseinrichtung (9)
angelegten Spannung, wenigstens zeitweise von einer Drehzahl (72)
der Brennkraftmaschine abhängt.



(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, 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,

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)

5 Beschreibung

Titel

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINER KRAFTSTOFFFÖRDEREINRICHTUNG EINER
BRENNKRAFTMASCHINE

10

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1,
sowie ein Computerprogramm und eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung nach
den nebengeordneten Patentansprüchen.

20

Mengensteuerventile, beispielsweise in einer Kraftstofffördereinrichtung einer
Brennkraftmaschine, sind vom Markt her bekannt. Mengensteuerventile werden
im Allgemeinen elektromagnetisch betrieben und sind häufig ein integraler
Bestandteil einer Hochdruckpumpe der Kraftstofffördereinrichtung. Das
Mengensteuerventil steuert die zu einem Hochdruckspeicher ("Rail") gepumpte
Kraftstoffmenge, von wo aus Kraftstoff zu den Einspritzventilen der
Brennkraftmaschine geleitet wird. Ein mit einem Ventilkörper des
Mengensteuerventils gekoppelter Anker kann durch Magnetkraft bewegt werden.
Der Ventilkörper - meist eines Einlassventils der Hochdruckpumpe - kann gegen
einen Ventilsitz anschlagen, beziehungsweise von dem Ventilsitz abgehoben
werden. Dadurch kann eine Kraftstoffmenge der Brennkraftmaschine geregelt
werden.

25

30

Eine Patentveröffentlichung aus diesem Fachgebiet ist beispielsweise die EP 1
042 607 B1.

35

Offenbarung der Erfindung

Das der Erfindung zugrunde liegende Problem wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 sowie durch ein Computerprogramm und eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung nach den nebengeordneten Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in Unteransprüchen angegeben. Für die Erfindung wichtige Merkmale finden sich ferner in der nachfolgenden Beschreibung und in den Zeichnungen, wobei die Merkmale sowohl in Alleinstellung als auch in unterschiedlichen Kombinationen für die Erfindung wichtig sein können, ohne dass hierauf nochmals explizit hingewiesen wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass ein Mengensteuerventil (Zumesseinrichtung) einer Kraftstofffördereinrichtung - insbesondere während eine Brennkraftmaschine bei mittleren oder niedrigen Drehzahlen betrieben wird - mit vergleichsweise geringer elektrischer Energie angesteuert werden kann. Das Betriebsgeräusch des Mengensteuerventils kann gesenkt und die Dauerfestigkeit erhöht werden.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Kraftstofffördereinrichtung einer Brennkraftmaschine, bei dem zur Einstellung einer Fördermenge eine elektromagnetische Betätigungseinrichtung eines in einem Zulauf zu einem Förderraum der Kraftstofffördereinrichtung angeordneten Mengensteuerventils geschaltet wird. Dazu wird der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung bei jedem Schaltvorgang, bei welchem ein Anker in Richtung auf einen Hubanschlag bewegt werden soll, mittels der Ansteuerung Energie zugeführt. Beispielsweise erfolgt das Schalten des Mengensteuerventils zweimal, dreimal oder sogar viermal während einer Umdrehung einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine. Zum sicheren Schalten des Mengensteuerventils und zum Erreichen kurzer Schaltzeiten auch bei der größtmöglichen Drehzahl der Nockenwelle bzw. der Brennkraftmaschine sind vergleichsweise hohe Energien erforderlich.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass bei Drehzahlen unterhalb der Höchstdrehzahl die Anforderung an eine kurze Schaltzeit entsprechend weniger kritisch ist. Somit wird erfindungsgemäß die Stärke der der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung zum Schalten zugeführten Energie, insbesondere eines

der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung zugeführten Stroms und/oder eine Höhe einer an die elektromagnetische Betätigungseinrichtung angelegten Spannung, wenigstens zeitweise von einer Drehzahl der Nockenwelle bzw. der Brennkraftmaschine abhängig gemacht, und zwar dahingehend, dass sie bei
5 niedrigen Drehzahlen geringer ist als bei großen.

Eine Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass die Energie nur während einer Anzugsphase, während der der Anker der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung von einer ersten in eine zweite Position bewegt wird, von
10 der Drehzahl der Brennkraftmaschine abhängt. Die Anzugsphase benötigt besonders viel Energie um eine jeweils erforderliche kurze Schaltzeit zu erreichen. Somit ist die erfindungsgemäße Abhängigkeit der Ansteuerung von der Drehzahl der Brennkraftmaschine während der Anzugsphase besonders effizient. Die Ansteuerung der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung
15 während einer auf die Anzugsphase folgenden Haltephase kann im Wesentlichen unabhängig von der Drehzahl erfolgen.

Weiterhin ist vorgesehen, dass die Energie mit steigender Drehzahl erhöht wird, wobei der Zusammenhang monoton ist. Dadurch wird berücksichtigt, dass die
20 Bewegung des Ankers entsprechend der Drehzahl im Allgemeinen schneller erfolgen muss. Vorzugsweise erfolgt dies unter Verwendung einer stetigen und monotonen Kennlinie.

Insbesondere ist vorgesehen, dass die Energie derart gesteuert wird, dass das
25 Mengensteuerventil innerhalb eines für eine jeweilige Drehzahl vorgesehenen Zeitintervalls sicher geschaltet werden kann. Das Zeitintervall ist für niedrigere Drehzahlen im Allgemeinen größer als für höhere Drehzahlen, und ist jeweils so bemessen, dass das Mengensteuerventil korrekt arbeiten kann. Der dadurch mögliche zeitliche Spielraum wird erfindungsgemäß genutzt, um eine
30 Anzugsdauer des Ankers bei niedrigen Drehzahlen im Rahmen des jeweiligen Zeitintervalls zu verlängern. Dazu ist eine jeweils geringere Energie erforderlich.

Eine Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass der Strom und/oder die Spannung zur Ansteuerung der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung
35 getaktet werden. Beispielsweise wird die elektromagnetische Betätigungseinrichtung mittels eines elektronischen Schalters mehrmals während

der Anzugsphase und/oder der Haltephase des Ankers an eine Betriebsspannung angeschaltet und wieder davon abgeschaltet. Ein dabei eingestelltes Tastverhältnis bestimmt somit den mittleren Strom während der Ansteuerung. Das Tastverhältnis wird so eingestellt, dass der mittlere Strom in
5 erfindungsgemäßer Weise von der Drehzahl der Brennkraftmaschine abhängt. Vorzugsweise erfolgt ein Betätigen des elektronischen Schalters in Abhängigkeit von je einer unteren und oberen Stromschwelle. Wenn der durch eine Spule der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung fließende Strom die untere Stromschwelle unterschreitet, dann wird der elektronische Schalter geschlossen
10 und somit die Spule an die Betriebsspannung geschaltet. Dadurch erhöht sich der über die Spule fließende Strom - und eine dadurch bewirkte magnetische Kraft - kontinuierlich. Wenn der durch die Spule fließende Strom die obere Stromschwelle überschreitet, dann wird der elektronische Schalter geöffnet und somit die Spule von der Betriebsspannung abgeschaltet. Dadurch vermindert
15 sich der über die Spule fließende Strom - und entsprechend die magnetische Kraft - kontinuierlich. Im Allgemeinen sind die für die Anzugsphase und die Haltephase verwendeten Stromschwellen jeweils unterschiedlich.

Alternativ zur Verwendung von Stromschwellen ist es auch möglich, die
20 elektromagnetische Betätigungseinrichtung mittels einer "vorgesteuerten" pulsweitenmodulierten Spannung anzusteuern, wobei die bestimmenden Parameter für jeweils mindestens eine Ansteuerung im voraus eingestellt werden. Erfindungsgemäß werden diese Parameter so eingestellt, dass die Stärke der der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung zum Schalten
25 zugeführten Energie wenigstens zeitweise von der Drehzahl der Brennkraftmaschine abhängt.

Das Verfahren ist besonders einfach durchführbar, wenn es mittels eines Computerprogramms auf einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung
30 ("Steuergerät") der Brennkraftmaschine durchgeführt wird. In einer bevorzugten Ausgestaltung erfolgt die Einrichtung des Steuergeräts durch Laden des Computerprogramms mit den Merkmalen des unabhängigen Computerprogramm-Anspruchs von einem Speichermedium. Unter dem Speichermedium wird insofern jede Vorrichtung verstanden, die das
35 Computerprogramm in gespeicherter Form enthält.

Nachfolgend werden beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 ein vereinfachtes Schema einer Kraftstofffördereinrichtung einer Brennkraftmaschine;

Figur 2 eine Schnittdarstellung einer Hochdruckpumpe der Kraftstofffördereinrichtung zusammen mit einem Mengensteuerventil und einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung;

Figur 3 ein Zeitdiagramm einer Ansteuerung der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung;

Figur 4 ein Diagramm eines Anzugsstroms und einer Anzugszeit über einer Drehzahl der Brennkraftmaschine; und

Figur 5 ein vereinfachtes Blockdiagramm zur ergänzenden Darstellung des Verfahrens.

Es werden für funktionsäquivalente Elemente und Größen in allen Figuren auch bei unterschiedlichen Ausführungsformen die gleichen Bezugszeichen verwendet.

Figur 1 zeigt eine Kraftstofffördereinrichtung 1 einer Brennkraftmaschine in einer stark vereinfachten Darstellung. Aus einem Kraftstofftank 3 wird Kraftstoff über eine Saugleitung 4, mittels einer Vorförderpumpe 5, über eine Niederdruckleitung 7, und über ein von einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 9 ("Elektromagnet") betätigbares Mengensteuerventil 10 einer (hier nicht weiter erläuterten) Hochdruckpumpe 11 zugeführt. Stromabwärts ist die Hochdruckpumpe 11 über eine Hochdruckleitung 12 an einen Hochdruckspeicher 13 ("Common Rail") angeschlossen. Sonstige Elemente, wie beispielsweise Ventile der Hochdruckpumpe 11, sind in der Figur 1 nicht gezeichnet. Die elektromagnetische Betätigungseinrichtung 9 wird durch eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung 16 angesteuert, auf welcher ein Computerprogramm 18 ablauffähig ist.

Es versteht sich, dass das Mengensteuerventil 10 auch als Baueinheit mit der Hochdruckpumpe 11 ausgebildet sein kann. Beispielsweise kann das Mengensteuerventil 10 ein zwangsweise öffnenbares Einlassventil der Hochdruckpumpe 11 sein. Alternativ kann das Mengensteuerventil 10 auch eine
5 andere Betätigungseinrichtung als den Elektromagneten 9 aufweisen, beispielsweise einen Piezoaktor.

Beim Betrieb der Kraftstoffördereinrichtung 1 fördert die Vorförderpumpe 5 Kraftstoff vom Kraftstofftank 3 in die Niederdruckleitung 7. Dabei steuert das
10 Mengensteuerventil 10 die einem Arbeitsraum der Hochdruckpumpe 11 zugeführte Kraftstoffmenge, indem ein Anker des Elektromagneten 9 von einer ersten in eine zweite Position - und umgekehrt - bewegt wird. Das Mengensteuerventil 10 kann somit geschlossen und geöffnet werden.

Figur 2 zeigt eine ausschnittsweise Schnittdarstellung (Längsschnitt) der Hochdruckpumpe 11 der Kraftstoffördereinrichtung 1 zusammen mit dem Mengensteuerventil 10 und der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 9. Die dargestellte Anordnung umfasst ein Gehäuse 20, in welchem im in der Zeichnung oberen Bereich die elektromagnetische Betätigungseinrichtung 9, im
20 mittleren Bereich das Mengensteuerventil 10, und im unteren Bereich ein Förderraum 22 zusammen mit einem Kolben 24 der Hochdruckpumpe 11 angeordnet sind.

Die elektromagnetische Betätigungseinrichtung 9 ist in einem Ventilgehäuse 26 angeordnet, und umfasst eine Spule 28, einen Anker 30, einen Polkern 32, eine Ankerfeder 34, einen Ruhesitz 36 und einen Hubanschlag 38. Der Ruhesitz 36 stellt die erste Position des Ankers 30 dar, und der Hubanschlag 38 stellt die zweite Position des Ankers 30 dar. Der Anker 30 beaufschlagt mittels eines Koppelelements 40 einen Ventilkörper 42. In der Zeichnung oberhalb des
30 Ventilkörpers 42 ist ein zugehöriger Dichtsitz 44 angeordnet. Der Dichtsitz 44 ist Teil eines topfförmigen Gehäuseelements 46, welches unter anderem den Ventilkörper 42 und eine Ventildfeder 48 umschließt. Dichtsitz 44 und Ventilkörper 42 bilden das Einlassventil der Hochdruckpumpe 11.

Dargestellt ist in der Figur 2 der unbestromte Zustand der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 9. Dabei wird der Anker 30 mittels der Ankerfeder 34 in

der Zeichnung nach unten gegen den Ruhesitz 36 gedrückt. Über das Koppellement 40 wird dadurch der Ventilkörper 42 entgegen der Kraft der Ventilsfeder 48 beaufschlagt, wodurch das Einlassventil bzw. das Mengensteuerventil 10 öffnet. Dadurch wird eine fluidische Verbindung zwischen der Niederdruckleitung 7 und dem Förderraum 22 hergestellt.

Im bestromten Zustand der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 9 wird der Anker 30 von dem Polkern 32 magnetisch angezogen, wodurch das mit dem Anker 30 verbundene Koppellement 40 in der Zeichnung nach oben bewegt wird. Dadurch kann - bei entsprechenden fluidischen Druckverhältnissen - der Ventilkörper 42 durch die Kraft der Ventilsfeder 48 gegen den Dichtsitz 44 gedrückt werden, und das Einlassventil bzw. das Mengensteuerventil 10 somit schließen. Dies kann beispielsweise erfolgen, wenn der Kolben 24 in dem Förderraum 22 eine Arbeitsbewegung (in der Zeichnung nach oben) durchführt, wobei Kraftstoff über ein dabei geöffnetes Rückschlagventil 60 in die Hochdruckleitung 12 gefördert werden kann.

Das Öffnen bzw. das Schließen des Mengensteuerventils 10 erfolgt in Abhängigkeit mehrerer Größen: Erstens abhängig von den durch die Ankerfeder 34 und die Ventilsfeder 48 ausgeübten Kräften. Zweitens abhängig von dem in der Niederdruckleitung 7 und dem Förderraum 22 herrschenden Kraftstoffdruck. Drittens abhängig von der Kraft des Ankers 30, welche im Wesentlichen von einem aktuell durch die Spule 28 fließenden Strom I bestimmt wird. Insbesondere kann der Strom I - wiederum abhängig auch von den jeweiligen Kraftstoffdrücken - den Zeitpunkt des Öffnens bzw. Schließens des Ventilkörpers 42 beeinflussen und somit die Menge des zu fördernden Kraftstoffs wesentlich steuern.

Figur 3 zeigt ein Zeitdiagramm einer Ansteuerung des Mengensteuerventils 10. In dem in der Zeichnung dargestellten Koordinatensystem sind Ströme I1 (durchgezogen) und I2 (gestrichelt), welche über die Spule 28 der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 9 fließen, über einer Zeit t aufgetragen. Ein Doppelpfeil 62 kennzeichnet die Bestromung für eine Anzugsphase und ein Doppelpfeil 64 kennzeichnet die Bestromung für eine Haltephase des Ankers 30 der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 9. Während der Anzugsphase wird der Anker 30 durch magnetische Kraft von dem Ruhesitz 36 bis zu dem Hubanschlag 38 bewegt. Während der Haltephase wird

der Anker 30 durch eine - im Allgemeinen geringere - magnetische Kraft an dem Hubanschlag 38 in seiner Position gehalten. Nachfolgend wird zunächst der Verlauf des Stroms I1 beschrieben, welcher bei einer vergleichsweise hohen Drehzahl 72 (vergleiche Figur 4) der Brennkraftmaschine zur Ansteuerung der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 9 verwendet wird.

Zu einem Zeitpunkt t_0 beginnt die Anzugsphase, wobei der Strom I1 vergleichsweise schnell ansteigt und ab einem Zeitpunkt t_{1a} um einen Mittelwert 66a getaktet wird. Zu einem Zeitpunkt t_2 beginnt die Bestromung für die Haltephase, wobei der Strom I1 um einen Mittelwert 68 getaktet wird. Der Mittelwert 68 ist kleiner als der Mittelwert 66a. Zu einem Zeitpunkt t_3 wird die Ansteuerung beendet, wodurch der Strom I1 rasch auf Null vermindert wird.

Bei einer niedrigeren Drehzahl 72 der Brennkraftmaschine wird die elektromagnetische Betätigungseinrichtung 9 mit dem Strom I2 angesteuert, das heißt, Schaltschwellen (nicht dargestellt), welche während der Anzugsphase das Einschalten und das Abschalten des Stroms I2 steuern, sind in Bezug auf Schaltschwellen des Stroms I1 niedriger eingestellt. Dadurch ergibt sich für den Verlauf des Stroms I2 während der Anzugsphase ein entsprechend kleinerer Mittelwert 66b. Somit ist die benötigte Energie während der Anzugsphase ebenfalls kleiner und ein Betriebsgeräusch beim Anschlagen des Ankers 30 an dem Hubanschlag 38 wird vermindert. Dabei wird zugleich eine Anzugsdauer des Ankers 30 zwar verlängert, wobei die Zeitdifferenz zwischen t_2 und t_0 vergrößert und somit die Anzugsphase 62 verlängert wird, jedoch ohne die korrekte Funktion des Mengensteuerventils 10 zu beeinträchtigen.

Die die Verläufe der Ströme I1 und I2 bestimmenden Schaltschwellen (nicht dargestellt), beziehungsweise die sich daraus ergebenden Mittelwerte 66a und 66b sind jeweils so gewählt, dass ein sicheres Anschlagen des Ankers 30 an dem Hubanschlag 38 und somit ein sicheres Schalten des Mengensteuerventils 10 in allen Betriebsfällen ermöglicht wird. Bedingt durch den während der Anzugsphase im Mittel kleineren Strom I2 wird der Anker 30 im Vergleich zum Strom I1 mit einer geringeren Kraft beschleunigt und schlägt entsprechend verzögert an. Dies wird nachfolgend mit der Figur 4 näher erläutert werden.

Figur 4 zeigt ein Koordinatensystem, in welchem Mittelwerte 66 eines während der Anzugsphase über die Spule 28 fließenden Stroms I sowie zugehörige Anzugsdauern 70 linear über einer Drehzahl 72 der Brennkraftmaschine aufgetragen sind. Die Anzugsdauer 70 charakterisiert den Zeitraum vom Beginn der Bestromung der Spule 28 zum Zeitpunkt t_0 bis zum erstmaligen Anschlagen des Ankers 30 an dem Hubanschlag 38. Die Mittelwerte 66 sind vorliegend durch Stützstellen 74 bestimmt, welche beispielsweise in einem Kennfeld der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 16 der Brennkraftmaschine abgespeichert sein können. Die Mittelwerte 66 des Stroms I charakterisieren - insbesondere wenn die Spule 28 während der Anzugsphase an eine konstante Quellspannung geschaltet wird - außerdem eine Energie, welche während der Anzugsphase der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 9 zugeführt wird.

Man erkennt, dass die Mittelwerte 66 des Stroms I mit größer werdender Drehzahl 72 monoton zunehmen. Weil der Kolben 24 der Hochdruckpumpe 11 ebenfalls in Abhängigkeit von der Drehzahl 72 bewegt wird, wird der mögliche Zeitraum zur Bewegung des Ventilkörpers 42 bzw. des Ankers 30 entsprechend kleiner, also kritischer. Diesem Umstand wird durch die sich mit stärkerer Bestromung vermindern den Anzugsdauern 70 in passender Weise begegnet. Dies erfolgt wie oben bereits beschrieben derart, dass ein sicheres Schalten des Mengensteuerventils 10 bei jeder Drehzahl 72 ermöglicht wird.

Figur 5 zeigt ein vereinfachtes Ablaufschema zur Ansteuerung der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 9. Das dargestellte Verfahren wird vorzugsweise mittels des Computerprogramms 18 in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 16 der Brennkraftmaschine durchgeführt. In einem ersten Block 76 beginnt die dargestellte Prozedur, wobei die aktuelle Drehzahl 72 der Brennkraftmaschine ermittelt wird. In einem zweiten Block 78 werden anhand der ermittelten Drehzahl 72 zwei Stützstellen 74 aus einem Kennfeld gelesen. Danach wird zwischen diesen beiden Stützstellen 74 interpoliert, um einen jeweiligen Mittelwert 66 genau passend zur Drehzahl 72 zu bestimmen. Aus dem Mittelwert 66 werden geeignete Schaltschwellen (ohne Bezugszeichen) für das Einschalten und das Ausschalten des Stroms I ermittelt.

In einem dritten Block 80 werden die ermittelten Schaltschwellen dazu verwendet, die elektromagnetische Betätigungseinrichtung 9 bzw. die Spule 28

während der Anzugsphase des Ankers 30 anzusteuern. Das Verfahren der Figur 5 kann zyklisch wiederholt werden.

5 Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Kraftstoffördereinrichtung (1) einer Brennkraftmaschine, bei dem zur Einstellung einer Fördermenge eine elektromagnetische Betätigungseinrichtung (9) eines Mengensteuerventils (10) geschaltet wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine Stärke einer der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung (9) zum Schalten zugeführten Energie, insbesondere eines der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung (9) zugeführten Stroms (I) und/oder eine Höhe einer an die elektromagnetische Betätigungseinrichtung (9) angelegten Spannung, wenigstens zeitweise von einer Drehzahl (72) der Brennkraftmaschine abhängt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Energie nur während einer Anzugsphase (62), während der ein Anker (30) der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung (9) von einer ersten in eine zweite Position bewegt wird, von der Drehzahl (72) der Brennkraftmaschine abhängt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Energie mit steigender Drehzahl (72) erhöht wird, wobei der Zusammenhang monoton ist.
4. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Energie derart gesteuert wird, dass das Mengensteuerventil (10) innerhalb eines für eine jeweilige Drehzahl (72) vorgesehenen Zeitintervalls geschaltet werden kann.
5. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Strom (I) und/oder die Spannung getaktet werden.

6. Computerprogramm (18), dadurch gekennzeichnet, dass es zur Ausführung eines Verfahrens nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche programmiert ist.
- 5 7. Steuer- und/oder Regeleinrichtung (16) einer Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Speicher umfasst, auf dem ein Computerprogramm (18) nach Anspruch 6 abgespeichert ist.

1 / 4

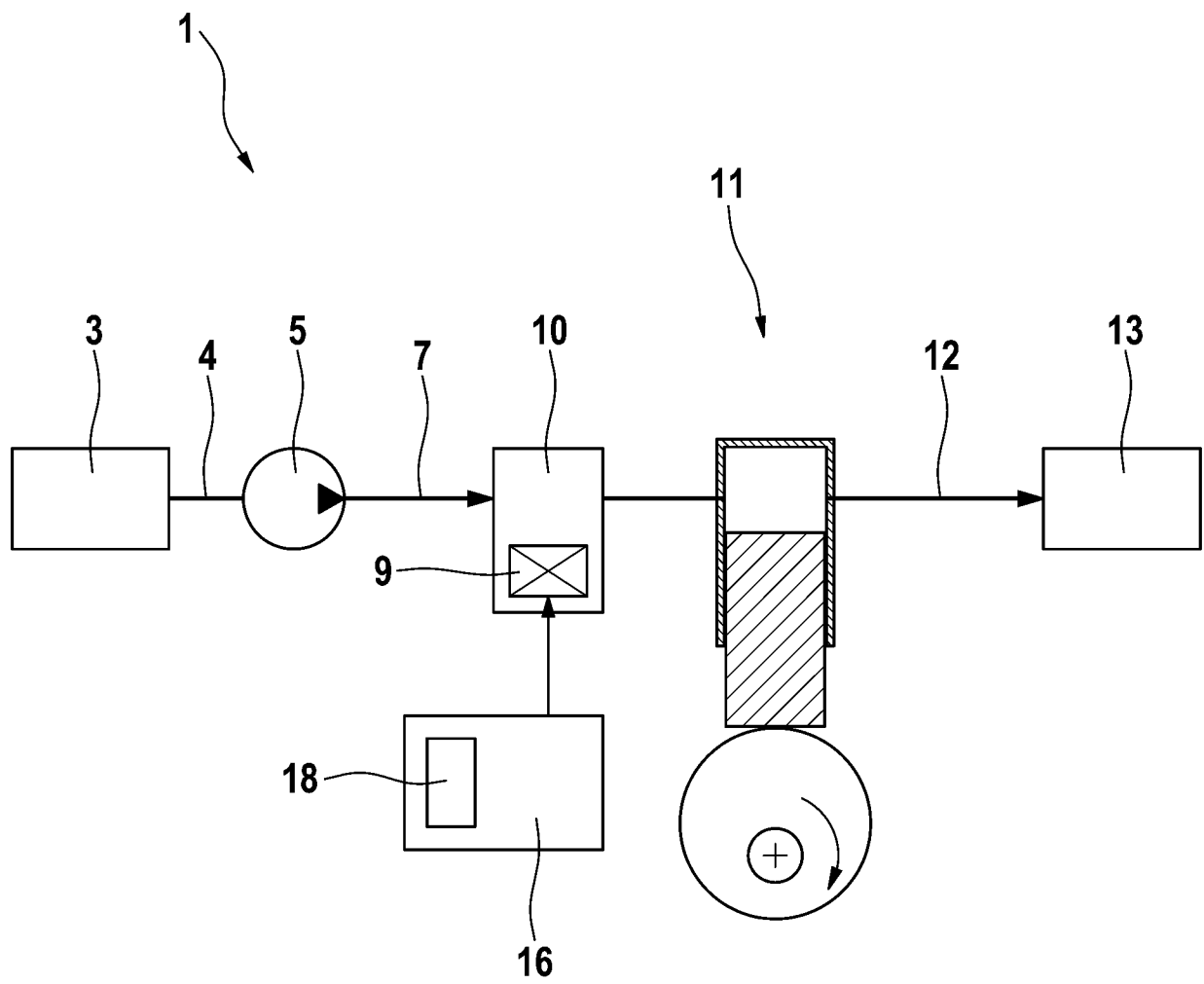


FIG. 1

2 / 4

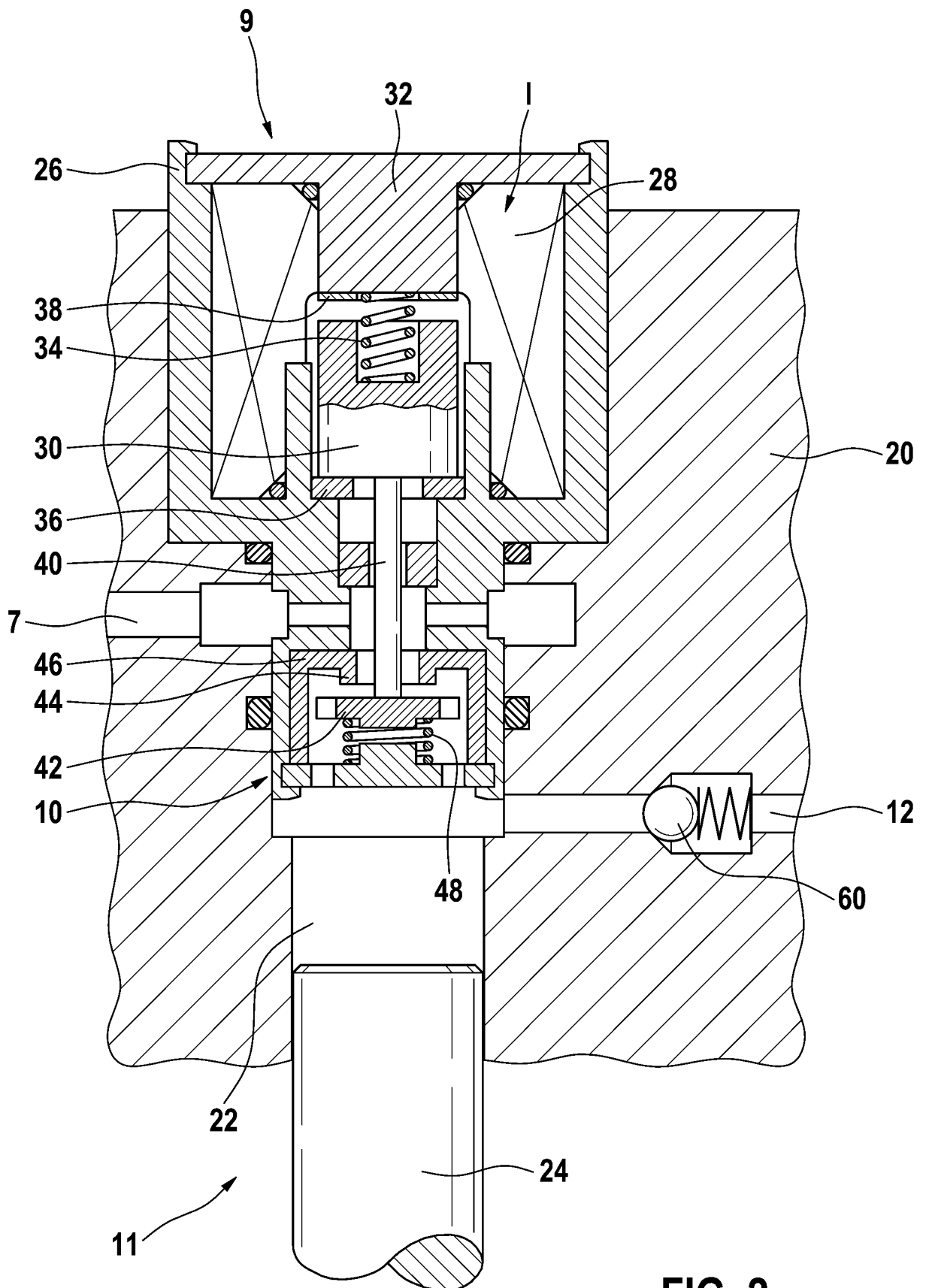


FIG. 2

3 / 4

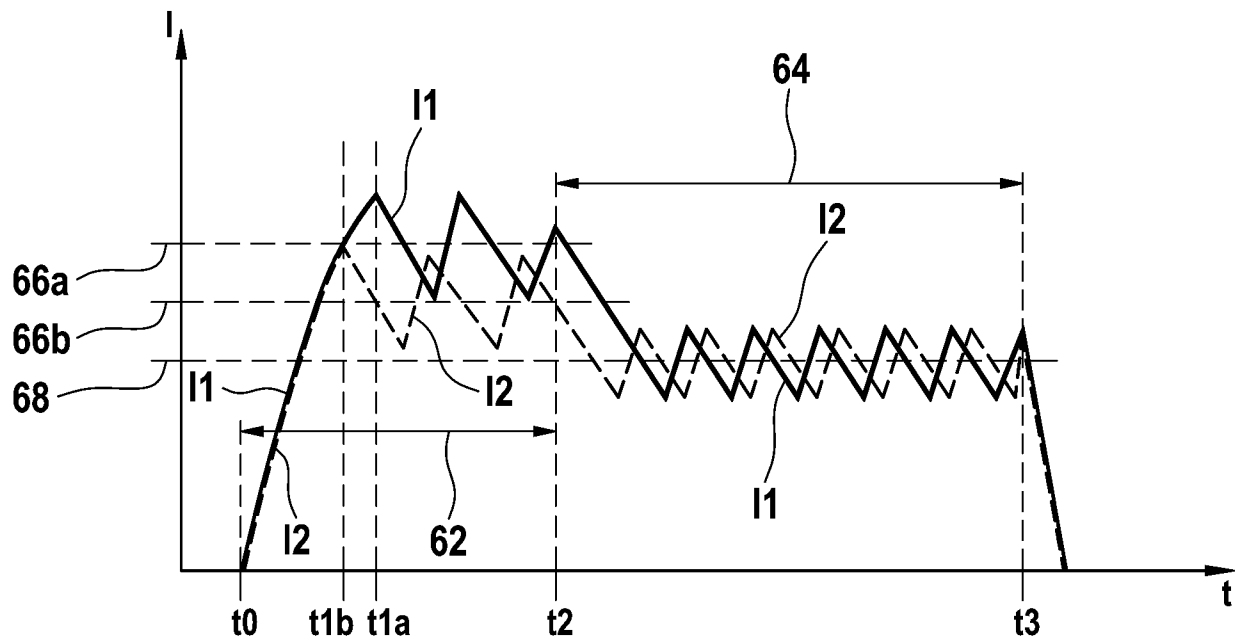


FIG. 3

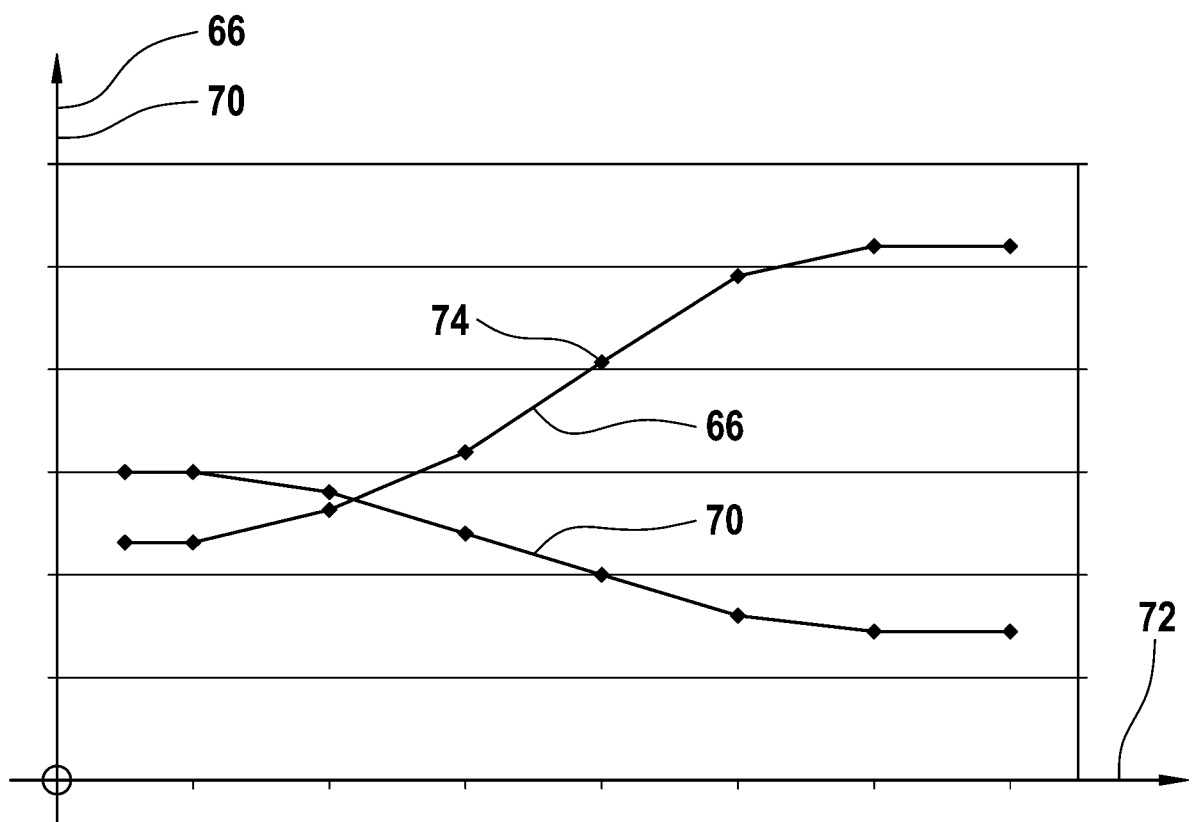


FIG. 4

4 / 4

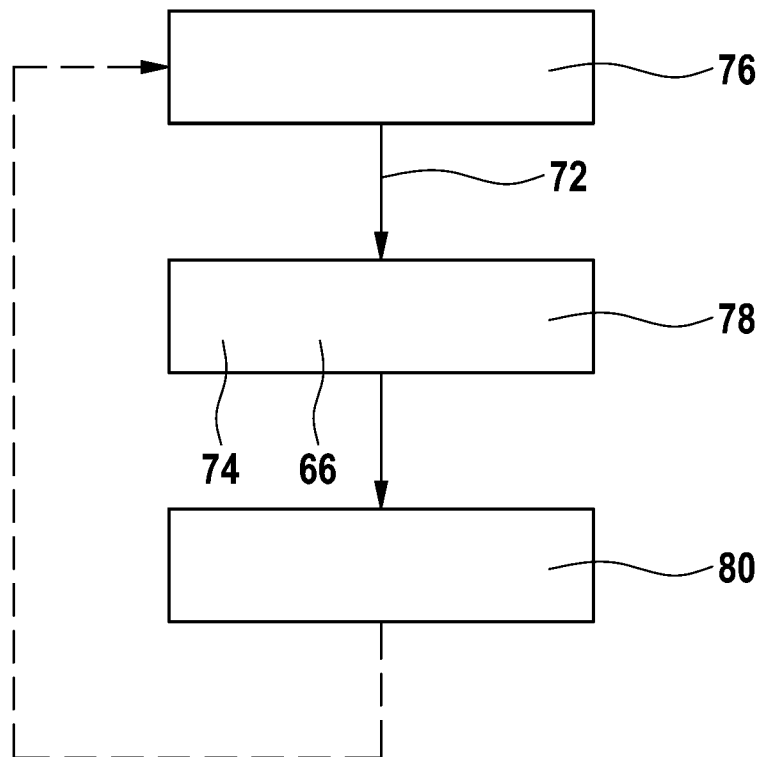


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/057985

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/38
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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102 40 069 A1 (DENSO CORP [JP]) 20 March 2003 (2003-03-20) column 2, line 22 - line 30 paragraphs [0009], [0010] paragraph [0025] -----	1-7
X	EP 1 234 971 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 28 August 2002 (2002-08-28) column 2, line 12 - line 15 column 2, line 24 - line 27 -----	1-7
X	US 2005/211224 A1 (INAGUMA YOSHITSUGU [JP] ET AL) 29 September 2005 (2005-09-29) paragraphs [0011], [0012] -----	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent 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

11 September 2012

Date of mailing of the international search report

21/09/2012

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

Jackson, Stephen

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/057985

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10240069	A1	20-03-2003	CN 1403697 A 19-03-2003
		DE 10240069 A1	20-03-2003
		JP 3807270 B2	09-08-2006
		JP 2003074397 A	12-03-2003

EP 1234971	A2	28-08-2002	AT 315172 T 15-02-2006
		DE 60208499 T2	14-09-2006
		EP 1234971 A2	28-08-2002
		GB 2372583 A	28-08-2002
		US 2002117150 A1	29-08-2002

US 2005211224	A1	29-09-2005	DE 102005013917 A1 20-10-2005
		JP 4106663 B2	25-06-2008
		JP 2005282388 A	13-10-2005
		US 2005211224 A1	29-09-2005

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

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 102 40 069 A1 (DENSO CORP [JP]) 20. März 2003 (2003-03-20) Spalte 2, Zeile 22 - Zeile 30 Absätze [0009], [0010] Absatz [0025] -----	1-7
X	EP 1 234 971 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 28. August 2002 (2002-08-28) Spalte 2, Zeile 12 - Zeile 15 Spalte 2, Zeile 24 - Zeile 27 -----	1-7
X	US 2005/211224 A1 (INAGUMA YOSHITSUGU [JP] ET AL) 29. September 2005 (2005-09-29) Absätze [0011], [0012] -----	1-7



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

11. September 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/09/2012

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

Jackson, Stephen

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/057985

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10240069	A1	20-03-2003	CN	1403697 A	19-03-2003
			DE	10240069 A1	20-03-2003
			JP	3807270 B2	09-08-2006
			JP	2003074397 A	12-03-2003

EP 1234971	A2	28-08-2002	AT	315172 T	15-02-2006
			DE	60208499 T2	14-09-2006
			EP	1234971 A2	28-08-2002
			GB	2372583 A	28-08-2002
			US	2002117150 A1	29-08-2002

US 2005211224	A1	29-09-2005	DE	102005013917 A1	20-10-2005
			JP	4106663 B2	25-06-2008
			JP	2005282388 A	13-10-2005
			US	2005211224 A1	29-09-2005
