

(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
4. Juni 2015 (04.06.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/078723 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F02D 41/20 (2006.01) *F02M 51/06* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/074852
- (22) Internationales Anmeldedatum:
18. November 2014 (18.11.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2013 224 385.5
28. November 2013 (28.11.2013) DE
- (71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).
- (72) Erfinder: **ZHANG, Hong**; Spitzwegstraße 16, 93105
Tegernheim (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
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.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN INJECTOR OF AN INJECTION SYSTEM OF AN INTERNAL COMBUSTION
ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES INJEKTORS EINES EINSPRITZSYSTEMS EINER
BRENNKRAFTMASCHINE

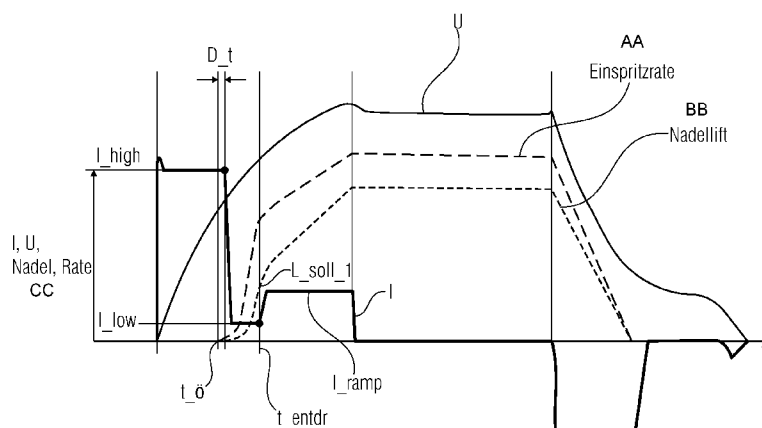


FIG 1

AA Injection rate
BB Needle lift
CC I, U, needle, rate

(57) Abstract: A method is described for operating an injector comprising a piezoelectric direct drive, of an injection system of an internal combustion engine. The piezoelectric actuator of the injector is controlled to charge said injector with a current profile for opening the nozzle needle of the injector, wherein the charging current is initially quickly reduced until the sum of the forces acting on the nozzle needle is approximately zero during a small needle lift. Subsequently, the charging is controlled to be constant at a small current or ramp-like, until the target energy is reached. In this way, an overrun of the needle at the attachment point/equilibrium point is successfully reduced and in this way ripples in the characteristic curve are diminished.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Betreiben eines Injektors mit Piezo-Direktantrieb eines Einspritzsystems einer Brennkraftmaschine beschrieben. Der Piezo-Aktuator des Injektors wird zum Aufladen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



desselben mit einem Stromprofil zum Öffnen der Düsenadel des Injektors angesteuert, wobei der Strom zum Aufladen zuerst schnell so weit reduziert wird, dass die Summe der auf die Düsenadel einwirkenden Kräfte bei einem kleinen Nadellift etwa Null wird. Danach wird das Aufladen mit einem kleinen Strom konstant oder rampenförmig gesteuert, bis die Soll-Energie erreicht ist. Auf diese Weise gelingt es, einen Nadelüberschuss am Anschlagpunkt/Gleichgewichtspunkt zu reduzieren und auf diese Weise die Kennlinienwelligkeit zu verringern.

Beschreibung

Verfahren zum Betreiben eines Injektors eines Einspritzsystems einer Brennkraftmaschine

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Injektors mit Piezo-Direktantrieb eines Einspritzsystems einer Brennkraftmaschine, bei dem der Piezo-Aktuator des Injektors zum Aufladen desselben mit einem Stromprofil zum Öffnen der Düsennadel des Injektors angesteuert wird.

10

Der hier verwendete Begriff „Piezo-Direktantrieb“ soll hierbei einen Antrieb ohne Servoventil umfassen, d. h. einen rein mechanischen Antrieb, beispielsweise über ein Hebelsystem, oder einen Antrieb mit hydraulischer Übersetzung.

15

Bei einem derartigen Antrieb wird die Düsennadel des Injektors nach dem Öffnen stark beschleunigt, so dass beim mechanischen Anschlag der Düsennadel (bei einem mechanischen Antriebssystem) oder beim hydraulischen Gleichgewichtspunkt (bei einem hydraulischen Gleichgewichtssystem) die Düsennadel ein paar Mal schwingt und eine Kennlinienwelligkeit verursacht. Hierdurch wird die Mengengenauigkeit in diesem Bereich reduziert.

20

Um dieses Problem zu beheben hat man bei mechanischen Antriebssystemen versucht, den entsprechenden Anschlagpunkt zu detektieren und diesen Bereich für eine Einspritzzeitrealisierung zu vermeiden.

25

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs geschilderten Art zur Verfügung zu stellen, mit dem die erwähnte Kennlinienwelligkeit der Düsennadel auf besonders genaue Weise verhindert oder zumindest reduziert werden kann.

30

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der angegebenen Art dadurch gelöst, dass vor oder nach der Düsennadelöffnung und vor dem mechanischen Nadelanschlag oder dem hydraulischen

35

Gleichgewichtspunkt der Nadel der Strom zum Aufladen des Piezo-Aktuators zuerst schnell soweit reduziert wird, dass die Summenkraft der auf die Düsennadel einwirkenden Kräfte bei einem kleinen Nadellift (Partlift) zu etwa Null wird, und dass danach
5 das Aufladen mit einem kleinen Strom konstant oder rampenförmig gesteuert wird, bis die Soll-Energie erreicht ist.

Bei den auf die Düsennadel einwirkenden Kräften handelt es sich insbesondere um die Kräfte des Piezo-Aktuators, einer Feder der
10 Düsennadel und hydraulische Kräfte. An diesem Punkt findet daher keine weitere Beschleunigung statt, es ist eine konstante Geschwindigkeit vorhanden.

Das hier angesprochene Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine
15 besitzt einen Hochdruckspeicher (Rail), aus dem der Injektor mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff versorgt wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt der Gedanke zu Grunde, das Stromprofil für die Aufladung des Piezo-Aktuators so zu modifizieren, dass die erwähnte Kennlinienwelligkeit verhindert
20 wird. Mit dem Verfahren wird sichergestellt, dass die Düsennadel am Anfang sehr schnell geöffnet wird, um eine schnelle Entdrosselung zu erreichen. Dabei wird sichergestellt, dass bei einem höheren Nadellift, beispielsweise ab 50 Mikrometer, die
25 Nadelgeschwindigkeit geringer wird und vor dem Anschlagpunkt oder Gleichgewichtspunkt auf ein Minimum reduziert wird, was den entsprechenden Nadelüberschuss beim Anschlag/Gleichgewichtspunkt reduziert bzw. eliminiert. Somit wird die nachteilige Kennlinienwelligkeit bzw. S-shape weitgehend ausgeschaltet.

Insbesondere wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der Piezo-Aktuator zuerst mit einem Strom von I_{high} aufgeladen und dann schnell reduziert. Speziell wird dabei der Strom nach einer Verzugszeit bezogen auf den Zeitpunkt Nadelöffnen so lange auf
35 einen niedrigen Wert I_{low} eingestellt, bis die Nadel einen bestimmten Nadellift (Partlift) erreicht hat, bei dem die Summe der auf die Nadel an diesem Punkt einwirkenden Kräfte etwa Null entspricht. Dieser bestimmte Nadellift (Partlift) beträgt

beispielsweise etwa 50 Mikrometer, wie erwähnt. Der Wert für diesen Lift wird so gewählt, dass auf der einen Seite der Nadelsitz zum großen Teil entdrosselt ist, auf der anderen Seite der Nadellift bis zur Endposition noch einen genügenden Abstand
5 für eine Nadelliftsteuerung durch Strom hat.

Danach wird der Strom wieder auf einen anderen Wert eingestellt. Vorzugsweise wird der Strom nach dem Erreichen des bestimmten Nadelliftes (Partliftes) hierbei so eingestellt, dass der
10 Nadellift rampenförmig mit einer definierten Steigung bis zur Endposition ansteigt, ohne am Anschlagpunkt/Gleichgewichtspunkt hierbei eine Kennlinienwelligkeit zu verursachen (die kinetische Energie der Nadel ist dabei zum großen Teil reduziert). Die Steuerung des Nadellifts nach Sitzentdrosselung bis zur End-
15 position mit einer langsamen Rampe verursacht darüber hinaus eine langsame Erhöhung der Einspritzrate, was auch der Verbrennung zugute kommt.

Anstelle einer rampenförmigen Steuerung kann der Strom dabei auch
20 so gesteuert werden, dass er konstant bleibt, bis die Soll-Energie erreicht ist.

Sowohl der Soll-Wert für den Nadelöffnungszeitpunkt als auch die Stromvorgabe I_{high} wird vorzugsweise abhängig vom Raildruck
25 realisiert.

Erfindungsgemäß kann mit einer positiven oder negativen Verzugszeit bezogen auf den Zeitpunkt Nadelöffnen operiert werden. Bei einem negativen Wert der Verzugszeit wird der Strom bereits
30 vor der Nadelöffnung reduziert (von I_{high} nach I_{low}).

Vorzugsweise wird der Strom um den Nadelöffnungszeitpunkt herum konstant gehalten. Auf diese Weise kann der Nadelöffnungszeitpunkt genau bestimmt werden.
35

Bei einer speziellen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Nadelöffnungszeitpunkt (zusätzlich) aus dem Piezo-Spannungssignal detektiert. Beim Nadelöffnen wird der

Piezo-Aktuator durch die Sitzentdrosselung entlastet und verursacht einen kleinen Spannungseinbruch, der durch den Strom verursachten steigenden Spannung überlagert ist. Auf diese Weise kann der Nadelöffnungszeitpunkt ermittelt werden.

5

Der detektierte Nadelöffnungszeitpunkt wird vorzugsweise zur Regelung von I_{high} verwendet, um den gleichen Nadelöffnungszeitpunkt-Sollwert abhängig vom Raildruck zu realisieren und hierdurch die Mengengenauigkeit zu erhöhen. Mit anderen Worten, wenn der Öffnungszeitpunkt später als der Sollwert auftritt, wird der Strom I_{high} entsprechend erhöht, um den Öffnungszeitpunkt wieder auf den Sollwert zu bringen. Wenn der Öffnungszeitpunkt nach früh geht, wird dann I_{high} reduziert. Der Strom I_{low} und I_{ramp} kann auch abhängig vom korrigierten Strom I_{high} eingestellt werden. Vorzugsweise wird die Soll-Ladeenergie für die Erreichung eines ersten Sollwertes des Nadelliftes L_{Soll_1} abhängig vom Raildruck berechnet. Daraus wird der Ladestrom I_{high} so eingestellt, dass vor der Nadelöffnung die Soll-Ladeenergie bereits realisiert ist und der Strom auf $I_{\text{low}} = 0$ reduziert worden ist. Der Strom I_{low} bleibt so lange 0, bis beim Zeitpunkt t_{entdr} (s. Figur 2) der abgeschätzte Nadellift den Sollwert L_{soll_1} von beispielsweise 50 Mikrometer erreicht hat. Danach wird der Strom auf I_{ramp} eingestellt, bis die Soll-Ladeenergie für die Realisierung von Ende-Nadellift erreicht wird.

Diese Ladestrategie ist einfach und robust. Gleichzeitig wird die Genauigkeit der Nadelöffnungsbestimmung über Spannung erhöht, da die ladestromabhängige Spannungsänderung um den Nadelöffnungspunkt herum entfällt.

Noch eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens läuft folgendermaßen ab. In dem Fall, dass nach Durchführung des Verfahrens immer noch ein mechanischer Nadelanschlag oder eine Nadelschwingung um den hydraulischen Gleichgewichtspunkt vorhanden ist, wird die Stärke des Anschlags bzw. der Schwingung über die Piezo-Spannung detektiert und werden der Strom I_{ramp} und die Endenergie so weiter reduziert, bis der

Nadel-Überschuss am Anschlag bzw. am Gleichgewichtspunkt kaum noch detektierbar ist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung im Einzelnen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Diagramm, in dem der Verlauf des Ladestroms I , der Piezo-Spannung U , des Nadellifts und der Einspritzrate über die Zeit bei einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt sind; und

Figur 2 eine entsprechende Darstellung wie Figur 1 bei einer zweiten Ausführungsform des Verfahrens.

Die entsprechenden Ausführungsbeispiele betreffen Verfahren zum Betreiben eines Injektors mit Piezo-Direktantrieb eines einen Hochdruckspeicher (Rail) aufweisenden Einspritzsystems einer Brennkraftmaschine, wobei der Piezo-Aktuator des Injektors zum Aufladen desselben mit einem Stromprofil zum Öffnen der Düsen-
nadel des Injektors angesteuert wird. Das zum Ansteuern des Piezo-Aktuators verwendete Stromprofil wird hierbei so modifiziert, dass ein Düsenadelüberschuss am Anschlagpunkt/Gleichgewichtspunkt, der zu einer Kennlinienwelligkeit führt, reduziert wird. Mit Anschlagpunkt/Gleichgewichtspunkt ist hierbei der Anschlagpunkt der Düsenadel bei einem mechanischen Antriebssystem oder der Gleichgewichtspunkt der Nadel bei einem hydraulischen Antriebssystem gemeint. Konkret wird bei dem modifizierten Stromprofil der Piezo-Aktuator zuerst mit einem hohen Strom I_{high} aufgeladen. Nach einer Verzugszeit D_t bezogen auf den Zeitpunkt Nadelöffnen $t_{\ddot{o}}$ wird der Strom auf einen niedrigen Wert I_{low} so lange eingestellt, bis die Nadel etwa einen Partlift von 50 Mikrometern bei t_{entdr} erreicht hat und die Summenkraft auf die Nadel an diesem Punkt etwa Null entspricht (keine weitere Beschleunigung, konstante Geschwindigkeit).
Danach wird der Strom wieder auf einen anderen Wert I_{ramp} eingestellt. I_{ramp} ist so gewählt, dass der Nadellift rampenförmig mit einer definierten Steigung bis zu Endposition

ansteigt, ohne am Anschlagpunkt/Gleichgewichtspunkt eine Kennlinienwelligkeit zu verursachen.

Bei dieser Ausführungsform des Verfahrens gemäß Figur 1 ist die
5 Verzugszeit D_t bezogen auf den Nadelöffnungszeitpunkt positiv.
Die Reduktion des Stromes von I_{high} nach I_{low} findet daher nach
der Nadelöffnung $t_{\ddot{o}}$ statt.

Bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform ist die
10 Verzugszeit D_t bezogen auf den Nadelöffnungszeitpunkt negativ.
Hierbei findet eine Reduktion des Stroms von I_{high} nach I_{low}
bereits vor der Nadelöffnung $t_{\ddot{o}}$ statt. Darüber hinaus erfolgt
eine Reduktion des Nadelstroms von I_{high} auf I_{low} auf einen Wert
von Null.

15

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Injektors mit Piezo-Direktantrieb eines Einspritzsystems einer Brennkraftmaschine,
5 wobei der Piezo-Aktuator des Injektors zum Aufladen desselben mit einem Stromprofil zum Öffnen der Düsennadel des Injektors angesteuert wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s vor oder nach der Düsennadelöffnung und vor dem mechanischen Nadelanschlag oder dem hydraulischen Gleichgewichtspunkt der Nadel der Strom zum
10 Aufladen des Piezo-Aktuators zuerst schnell so weit reduziert wird, dass die Summe der auf die Düsennadel einwirkenden Kräfte bei einem kleinen Nadellift (Partlift) zu etwa Null wird, und dass danach das Aufladen mit einem
15 kleinen Strom konstant oder rampenförmig gesteuert wird, bis die Soll-Energie erreicht ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Piezo-Aktuator zuerst mit einem
20 hohen Strom I_{high} aufgeladen und dann schnell reduziert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Strom nach einer Verzugszeit
25 bezogen auf den Zeitpunkt Nadelöffnen so lange auf einen niedrigen Wert I_{low} eingestellt wird, bis die Nadel einen bestimmten Nadellift (Partlift) erreicht hat, bei dem die Summe der auf die Nadel an diesem Punkt einwirkenden Kräfte etwa Null entspricht.
30
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Strom nach dem Erreichen des bestimmten Nadelliftes (Partliftes) so
35 eingestellt wird, dass der Nadellift rampenförmig mit einer definierten Steigung bis zur Endposition ansteigt.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t, dass mit einer positiven oder negativen
Bezugszeit bezogen auf den Zeitpunkt Nadelöffnen operiert
wird.
- 5 6. Verfahren nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, dass bei einem negativen Wert der Verzugszeit
der Strom bereits vor der Nadelöffnung reduziert wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Strom um
den Nadelöffnungszeitpunkt herum konstant gehalten wird.
- 15 8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Na-
delöffnungszeitpunkt aus dem Piezo-Spannungssignal de-
tektiert wird.
- 20 9. Verfahren nach Anspruch 8, d a d u r c h g e - k e n n -
z e i c h n e t, dass der detektierte Nadelöffnungszeitpunkt
zur Regelung von I_{high} verwendet wird, um den gleichen
Nadelöffnungszeitpunkt-Sollwert abhängig vom Raildruck zu
realisieren.
- 25 10. Verfahren nach Anspruch 9, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, dass der Strom I_{low} und I_{ramp} abhängig
vom korrigierten I_{high} eingestellt wird.
- 30 11. Verfahren nach einen der vorangehenden Ansprüche, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass in dem Fall,
dass nach Durchführung des Verfahrens immer noch ein
mechanischer Nadelanschlag oder eine Nadelschwingung um
den hydraulischen Gleichgewichtspunkt vorhanden ist, die
Stärke des Anschlags bzw. der Schwingung über die
35 Piezo-Spannung detektiert und der Strom I_{ramp} und die
Endenergie so weit reduziert werden, bis der Nadelüber-
schuss am Anschlag bzw. am Gleichgewichtspunkt kaum noch
detektierbar ist.

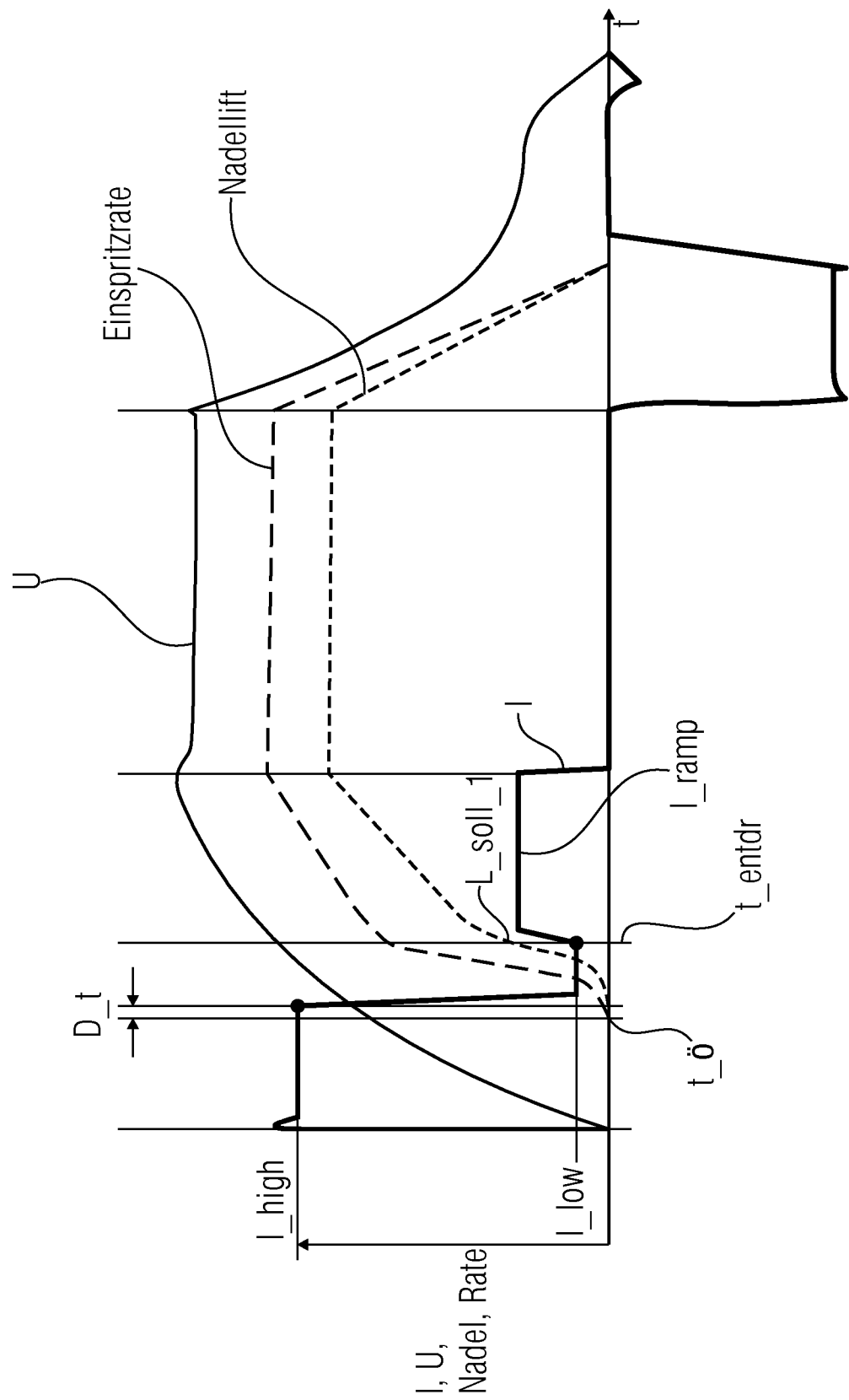


FIG 1

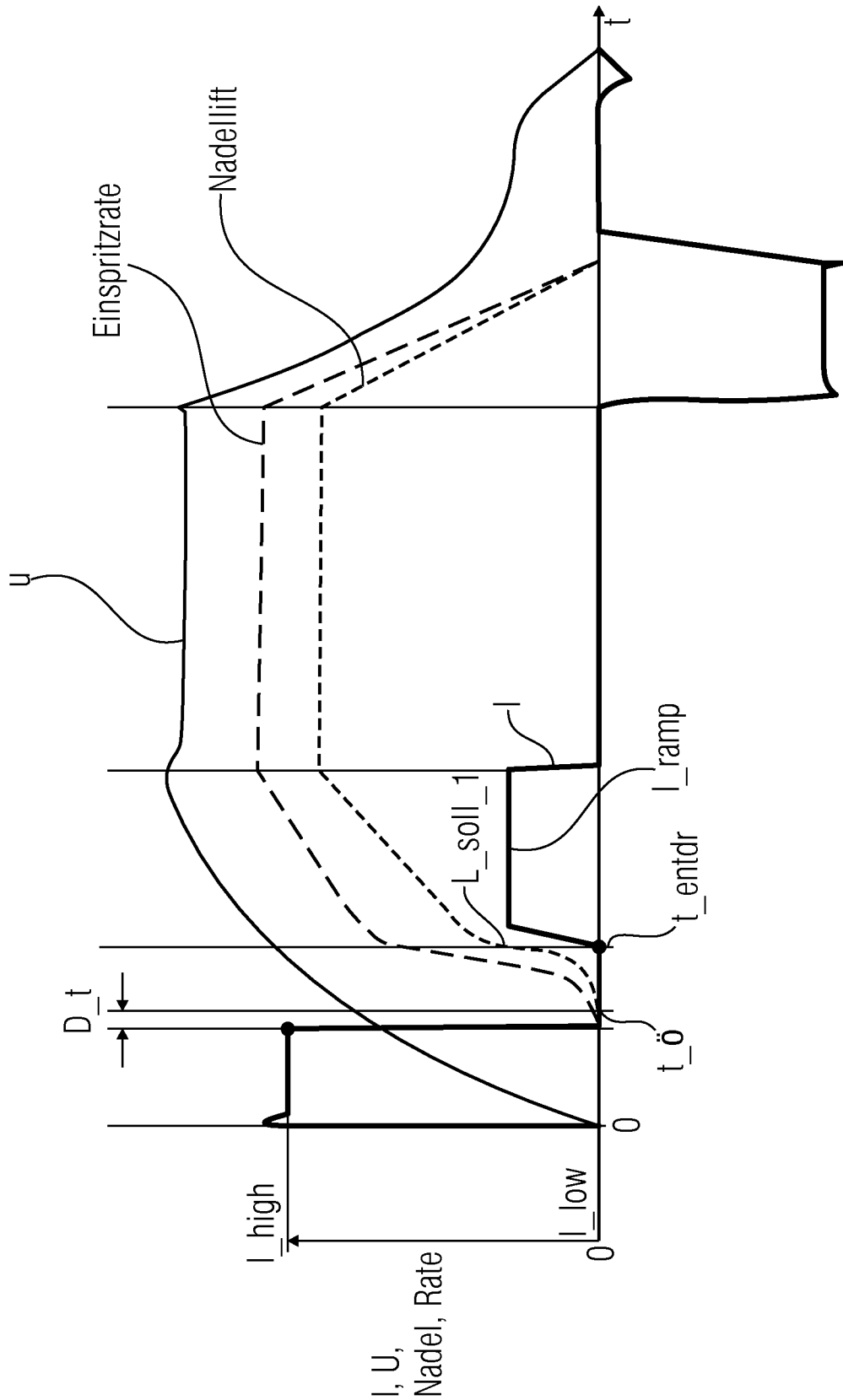


FIG 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/074852

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02D41/20 F02M51/06
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 F02M

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	EP 1 860 307 A1 (DELPHI TECH INC [US] DELPHI TECH HOLDING SARL [LU]) 28 November 2007 (2007-11-28)	1-5,10
Y	abstract; claim 1; figures 6,7 paragraph [0076] - paragraph [0095] paragraph [0100] - paragraph [0101] -----	6-9,11
X	DE 199 21 456 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16 November 2000 (2000-11-16) abstract; claims 1,4,5; figure 2 column 2, line 22 - column 2, line 51 column 3, line 15 - column 3, line 41 -----	1-5,7
X	DE 602 07 239 T2 (WESTPORT RES INC [CA]) 10 August 2006 (2006-08-10) abstract; claims 1,12,16,17; figures 1,4 paragraph [0070] - paragraph [0079] ----- -/--	1-3



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

2 February 2015

Date of mailing of the international search report

10/02/2015

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

Van der Staay, Frank

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/074852

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2008 040412 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24 September 2009 (2009-09-24) abstract; claims 1,3,4; figures 1,2 paragraph [0017] - paragraph [0018] paragraph [0026] - paragraph [0027] -----	6-9,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/074852

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1860307	A1	28-11-2007	AT 528496 T 15-10-2011
		EP 1860307 A1	28-11-2007
		JP 5259672 B2	07-08-2013
		JP 2011001963 A	06-01-2011
DE 19921456	A1	16-11-2000	CN 1349590 A 15-05-2002
		DE 19921456 A1	16-11-2000
		EP 1179129 A1	13-02-2002
		JP 2002544424 A	24-12-2002
		WO 0068558 A1	16-11-2000
DE 60207239	T2	10-08-2006	CN 1511226 A 07-07-2004
		DE 60207239 D1	15-12-2005
		DE 60207239 T2	10-08-2006
		EP 1389274 A1	18-02-2004
		JP 2004522058 A	22-07-2004
		US 2001032612 A1	25-10-2001
		WO 02095212 A1	28-11-2002
DE 102008040412	A1	24-09-2009	CN 101978202 A 16-02-2011
		DE 102008040412 A1	24-09-2009
		EP 2255114 A1	01-12-2010
		JP 5204890 B2	05-06-2013
		JP 2011528762 A	24-11-2011
		US 2011042594 A1	24-02-2011
		WO 2009115360 A1	24-09-2009

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02D41/20 F02M51/06
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02D F02M

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	EP 1 860 307 A1 (DELPHI TECH INC [US] DELPHI TECH HOLDING SARL [LU]) 28. November 2007 (2007-11-28)	1-5,10
Y	Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 6,7 Absatz [0076] - Absatz [0095] Absatz [0100] - Absatz [0101] -----	6-9,11
X	DE 199 21 456 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16. November 2000 (2000-11-16) Zusammenfassung; Ansprüche 1,4,5; Abbildung 2 Spalte 2, Zeile 22 - Spalte 2, Zeile 51 Spalte 3, Zeile 15 - Spalte 3, Zeile 41 ----- -/-	1-5,7

☒ 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

2. Februar 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/02/2015

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

Van der Staay, Frank

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 602 07 239 T2 (WESTPORT RES INC [CA]) 10. August 2006 (2006-08-10) Zusammenfassung; Ansprüche 1,12,16,17; Abbildungen 1,4 Absatz [0070] - Absatz [0079] -----	1-3
Y	DE 10 2008 040412 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24. September 2009 (2009-09-24) Zusammenfassung; Ansprüche 1,3,4; Abbildungen 1,2 Absatz [0017] - Absatz [0018] Absatz [0026] - Absatz [0027] -----	6-9,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/074852

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1860307	A1	28-11-2007	AT 528496 T 15-10-2011
		EP 1860307 A1	28-11-2007
		JP 5259672 B2	07-08-2013
		JP 2011001963 A	06-01-2011
DE 19921456	A1	16-11-2000	CN 1349590 A 15-05-2002
		DE 19921456 A1	16-11-2000
		EP 1179129 A1	13-02-2002
		JP 2002544424 A	24-12-2002
		WO 0068558 A1	16-11-2000
DE 60207239	T2	10-08-2006	CN 1511226 A 07-07-2004
		DE 60207239 D1	15-12-2005
		DE 60207239 T2	10-08-2006
		EP 1389274 A1	18-02-2004
		JP 2004522058 A	22-07-2004
		US 2001032612 A1	25-10-2001
		WO 02095212 A1	28-11-2002
DE 102008040412	A1	24-09-2009	CN 101978202 A 16-02-2011
		DE 102008040412 A1	24-09-2009
		EP 2255114 A1	01-12-2010
		JP 5204890 B2	05-06-2013
		JP 2011528762 A	24-11-2011
		US 2011042594 A1	24-02-2011
		WO 2009115360 A1	24-09-2009