

(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
26. November 2015 (26.11.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/176845 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F02M 65/00 (2006.01) *F02D 41/20* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/055794
- (22) Internationales Anmeldedatum:
19. März 2015 (19.03.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2014 209 823.8 23. Mai 2014 (23.05.2014) DE
- (71) Anmelder: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).
- (72) Erfinder: RADECZKY, Janos; Am Osthang 7, 93173
Wenzenbach (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.

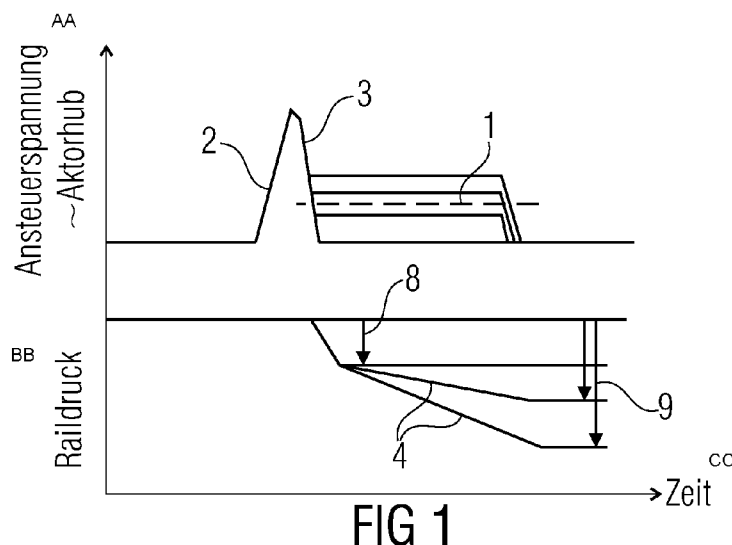
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, 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 DETERMINING THE CLOSING CHARACTERISTIC OF THE CONTROL VALVE OF A PIEZO
SERVO INJECTOR

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER SCHLIESSCHARAKTERISTIK DES STEUERVENTILS EINES
PIEZO-SERVOINJEKTORS



AA actuation voltage ~ actuator stroke
BB rail pressure
CC time

(57) Abstract: The invention relates to a method for determining the closing characteristic of the control valve of a piezo servo injector of an injection system which has a pressure accumulator. A test charge of the actuator of the piezo servo injector is carried out in order to open the control valve, and an incomplete discharge of the actuator is then carried out up to a remaining partial stroke of the actuator. The gradient of the pressure drop in the pressure accumulator is ascertained during the remaining partial stroke, and the closing characteristic of the control valve is determined from the gradient curve of the pressure drop. In this manner, the actuation of such an injector can be further optimized.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Bestimmung der Schließcharakteristik des Steuerventils eines Piezo-Servoinjektors eines einen Druckspeicher aufweisenden Einspritzsystems beschrieben. Es wird eine Testladung des Aktors des Piezo-Servoinjektors zum Öffnen des Steuerventils und danach ein unvollständiges Entladen des Aktors

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



bis auf einen Rest-Teilhup desselben durchgeführt. Der Gradient des Druckabfalls im Druckspeicher bei dem Rest-Teilhup wird ermittelt, und aus dem Gradientenverlauf des Druckabfalls wird die Schließcharakteristik des Steuerventils bestimmt. Auf diese Weise lässt sich die Ansteuerung eines derartigen Injektors weiter optimieren.

Beschreibung

Verfahren zur Bestimmung der Schließcharakteristik des Steuerventils eines Piezo-Servoinjektors

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Schließcharakteristik des Steuerventils eines Piezo-Servoinjektors eines einen Druckspeicher (Rail) aufweisenden Einspritzsystems.

10

Hinsichtlich der Einhaltung der zulässigen Einspritzmengentoleranzen der Einspritzventile von Kraftfahrzeugen werden immer schärfere Anforderungen gestellt. Dies betrifft sowohl neu hergestellte als auch gealterte Einspritzventile, die sich über längere Zeiträume in Betrieb befinden. Dabei ist die separate Detektion der verschiedenen Einflussgrößen, die letztendlich für eine korrekte Einhaltung der Einspritzmengen verantwortlich sind, für eine robuste Korrektur der Ansteuerung der Injektoren von großer Bedeutung.

20

Piezo-Servoinjektoren von einen Druckspeicher (Rail) aufweisenden Einspritzsystemen zeichnen sich dadurch aus, dass ein Piezo-Aktor mit einem Servosteuerventil zur Betätigung der Düsennadel des Injektors gekoppelt ist.

25

Es sind dabei Verfahren bekannt, mit denen das Öffnungsverhalten des Steuerventils bestimmt werden kann. Insbesondere kann das Öffnungsverhalten über bekannte Regelalgorithmen auch adaptiert werden. Es gibt jedoch bisher keine bekannte Strategie, um das Schließen des Steuerventils bei aktuellen Systemen zu erkennen.

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bestimmung der Schließcharakteristik des Steuerventils eines Piezo-Servoinjektors eines einen Druckspeicher (Rail) auf-

weisenden Einspritzsystems zur Verfügung zu stellen, mit dem sich die Ansteuerung eines derartigen Injektors weiter optimieren lässt.

- 5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der angegebenen Art gelöst, das die folgenden Schritte umfasst:

Durchführen einer Testladung des Aktors des Piezo-Servoinjektors zum Öffnen des Steuerventils und zum Druckabbau im Steuerraum;

10

unvollständiges Entladen des Aktors bis auf einen Rest-Teilhub desselben;

Ermitteln des Gradienten des Druckabfalls im Druckspeicher bei dem Rest-Teilhub; und

15

Bestimmen der Schließcharakteristik des Steuerventils aus dem Gradientenverlauf des Druckabfalls.

- 20 Das erfindungsgemäße Verfahren wird mit einer Ansteuerung des Aktors des Piezo-Servoinjektors initiiert, wobei eine Testladung des Aktors durchgeführt wird. Hierbei wird das Ventil auf sichere Weise geöffnet und entlastet, d.h. der Druck im Steuerraum wird abgebaut. Vorzugsweise wird hierbei der entsprechende An-
- 25 steuerpuls so kurz gewählt, dass keine oder nur eine möglichst kleine Einspritzung in die Brennräume erfolgt. Die entsprechenden Ansteuerparameter des Aktors für die Testladung können beispielsweise während einer zuvor durchgeführten hydraulischen Leermessung ermittelt werden.

30

Anschließend folgt ein unvollständiges Entladen des Aktors bis auf einen Rest-Teilhub desselben. Dies kann beispielsweise über die Aktivierung eines Nachhub-Pulses erfolgen. Der Aktor wird

jedenfalls nicht in einem Entladungsvorgang komplett entladen.
Die erste Entladung stellt einen Teilhub des Aktors ein.

Als weiterer Schritt wird der Gradient des Druckabfalls im
5 Druckraum (Rail) bei dem Rest-Teilhub ermittelt. Erfindungsgemäß
ist somit das Signal, das zur Bestimmung des Ventilhubes
herangezogen wird, der Raildruck-Gradient während des Nachhubes.
Bei einem noch offenstehenden Ventil strömt Kraftstoff am Ventil
aus dem Druckspeicher zur Injektorleckage. Der Gradient des
10 Druckabfalls korreliert mit dem Querschnitt am Ventilsitz, also
mit dem Ventilhub. Durch diese Korrelation kann die komplette
Schließcharakteristik des Steuerventils bestimmt werden. Die
Schließcharakteristik wird somit aus dem Gradientenverlauf des
Druckabfalls ermittelt.

15
Speziell wird das erfindungsgemäße Verfahren zur Ermittlung des
Schließzeitpunktes des Steuerventils eingesetzt.

Die Schließcharakteristik, insbesondere der Schließzeitpunkt,
20 des Steuerventils kann insbesondere mithilfe des Ladungszu-
standes oder Spannungswertes des Aktors des Piezo-Servoinjektors
ermittelt werden. Mit anderen Worten, es kann diejenige
Spannung/Ladung des Piezo-Aktuators ermittelt werden, bei der
das Ventil schließt.

25
Das entsprechende Verfahren kann bei jedem Injektor in einem
weiten Druckbereich des Druckspeichers (Rails) bei unter-
schiedlichen Temperaturen durchgeführt werden. Der Druckbereich
ist größer als bei der Erkennung des Ventilöffnens, da der Antrieb
30 beim Schließvorgang bereits entlastet ist.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden somit weitere In-
formationen über Injektorparameter zur Verfügung gestellt,
mittels denen die Ansteuerung des Injektors weiter optimiert und

das Driftverhalten optimal kompensiert werden kann, beispielsweise durch die Korrektur des Entladens, insbesondere des Entladungsstromes oder Entladungsbeginnes, in Bezug auf das Ventilschließen.

5

In Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann aus der ermittelten Schließcharakteristik ein Korrekturwert gewonnen und dieser zur Adaption des Ventilschließvorganges verwendet werden. Insbesondere kann durch diese Adaption des Ventil-

10 schließvorganges das Driftverhalten des Injektors kompensiert werden.

Da bei der erfindungsgemäß durchgeführten Teilentladung des Aktors das Steuerventil noch offen ist, wird Raildruck abgebaut.

15 Dies macht sich die Erfindung zunutze, wobei aus dem entsprechenden Gradienten des Druckabfalls auf die Schließcharakteristik bzw. den Schließzeitpunkt des Ventils geschlossen wird.

20 Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung im Einzelnen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 zwei Diagramme, die die Ansteuerspannung bzw. den Aktorhub und den Raildruck in Abhängigkeit von der Zeit zeigen;

25

Figur 2 ein Diagramm, das den Raildruck-Gradienten in Abhängigkeit von der Nachhub-Ansteuerspannung zeigt; und

30

Figur 3 ein Diagramm, das den Raildruck-Gradienten in

Abhängigkeit von der Injektorspannung zeigt, wobei der Entladevorgang auf Teilhub und der Ladevorgang auf Teilhub dargestellt sind.

5 Bei einem Verfahren zur Ermittlung des Schließzeitpunktes des Steuerventils eines Piezo-Servoinjektors eines einen Druckspeicher (Rail) aufweisenden Einspritzsystems wird eine Testladung des Aktors des Piezo-Servoinjektors durchgeführt, um das Steuerventil zu öffnen und einen Druckabbau im Steuerraum
10 durchzuführen. Der entsprechende Ladeimpuls ist bei 2 und der entsprechende Entladeimpuls bei 3 in Figur 1 dargestellt. Der Schließzeitpunkt des Steuerventils ist bei 1 angegeben. Im unteren Diagramm von Figur 1 ist der Raildruck in Abhängigkeit von der Zeit wiedergegeben, wobei für den jeweiligen Aktorhub die
15 Leckage bei 9 mit der zugehörigen Initialleckage 8 wiedergegeben ist. Der entsprechende Raildruck-Gradient ist bei 4 gezeigt.

Als zweiter Schritt des Verfahrens findet ein unvollständiges Entladen des Aktors bis auf einen Rest-Teilhub desselben statt, wobei die entsprechenden Aktorhübe und Druckgradienten in Figur
20 1 dargestellt sind, wie vorstehend beschrieben. Figur 2 zeigt den Verlauf des Raildruck-Gradienten in Abhängigkeit von der Nachhub-Ansteuerspannung, wobei bei 5 der Schließpunkt des Steuerventils wiedergegeben ist. Dieser Schließpunkt entspricht
25 dem Beginn des Anstieges des Raildruck-Gradienten.

Bei dem Verfahren wird daher der Gradient des Druckabfalls im Druckspeicher (Rail) bei dem entsprechenden Rest-Teilhub ermittelt und hieraus der Schließzeitpunkt des Steuerventils
30 bestimmt.

Figur 3 zeigt die Abhängigkeit des Raildruck-Gradienten von der Injektorspannung beim Entladen auf Teilhub (Kurve 6) und beim Laden auf Teilhub (Kurve 7).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Schließcharakteristik des
Steuerventils eines Piezo-Servoinjektors eines einen
5 Druckspeicher (Rail) aufweisenden Einspritzsystems mit den
folgenden Schritten:

Durchführen einer Testladung des Aktors des Pie-
zo-Servoinjektors zum Öffnen des Steuerventils und zum
10 Druckabbau im Steuerraum;

unvollständiges Entladen des Aktors bis auf einen
Rest-Teilhub desselben;

15 Ermitteln des Gradienten des Druckabfalls im Druckspeicher
bei dem Rest-Teilhub; und

Bestimmen der Schließcharakteristik des Steuerventils aus
dem Gradientenverlauf des Druckabfalls.

- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es
zur Ermittlung des Schließzeitpunktes des Steuerventils
eingesetzt wird.

- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
dass die Schließcharakteristik mithilfe des Ladungszu-
standes oder Spannungswertes des Aktors des
Piezo-Servoinjektors ermittelt wird.

- 30 4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass bei der Testladung des Aktors des
Piezo-Servoinjektors keine Einspritzung oder eine mög-
lichst kleine Einspritzung durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die entsprechenden Ansteuerparameter des Aktors für die Testladung während einer zuvor durchgeführten hydraulischen Leermessung ermittelt werden.

5

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus der ermittelten Schließcharakteristik ein Korrekturwert gewonnen und dieser zur Adaption des Ventilschließvorganges verwendet wird.

10

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Adaption des Ventilschließvorganges das Driftverhalten des Injektors kompensiert wird.

1/1

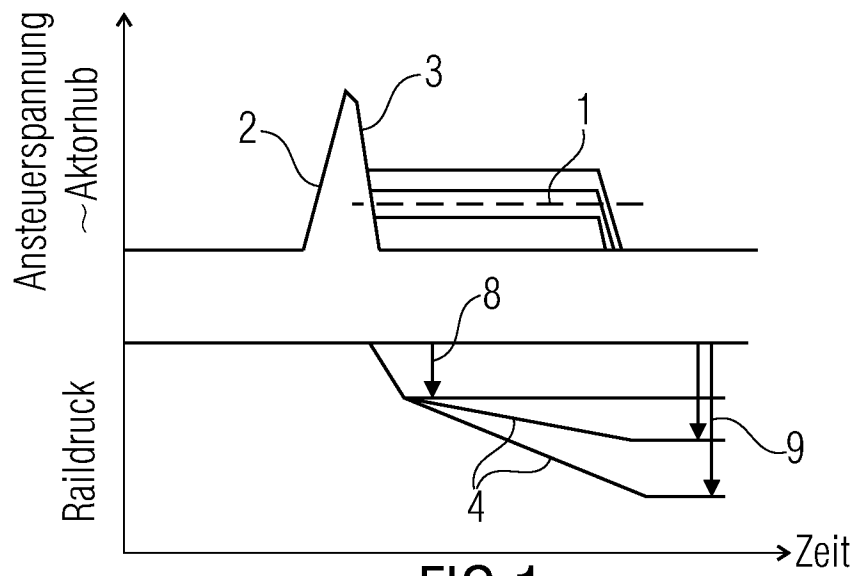


FIG 1

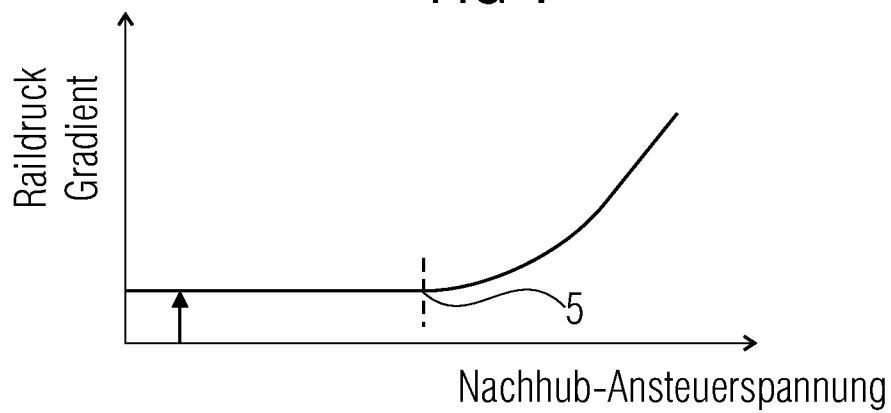


FIG 2

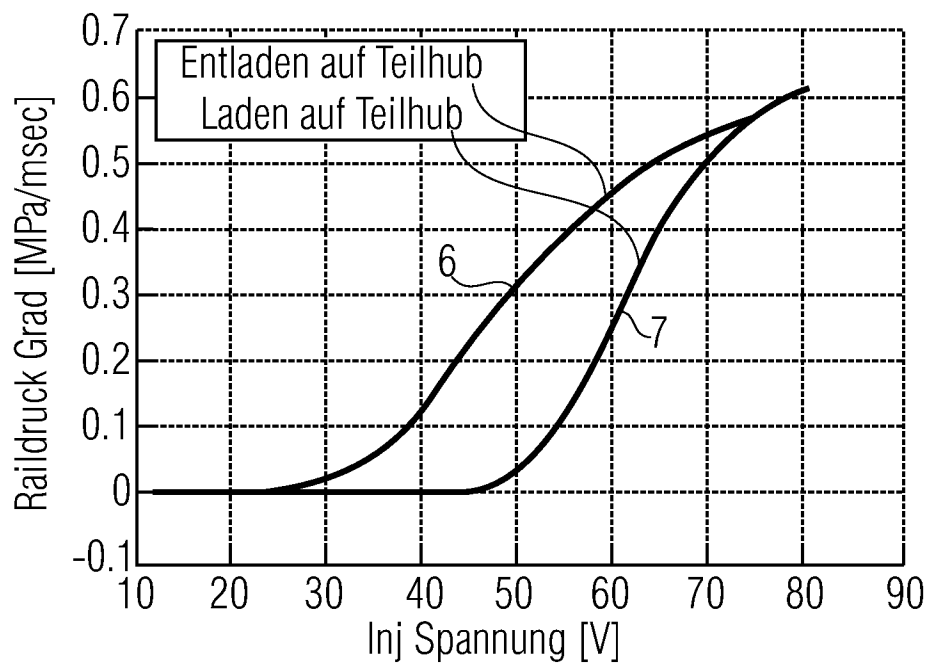


FIG 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/055794

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02M65/00 F02D41/20
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)
F02M 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2013/120797 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 22 August 2013 (2013-08-22) page 4, line 3 - page 10, line 21; figure 2a page 15, line 19 - page 16, line 21 -----	1-7
A	DE 10 2004 058971 A1 (VOLKSWAGEN MECHATRONIC GMBH [DE]) 14 June 2006 (2006-06-14) paragraph [0032] - paragraph [0042]; figures 3-5 abstract -----	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

15 May 2015

Date of mailing of the international search report

22/05/2015

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

Hermens, Sjoerd

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/055794

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2013120797 A1	22-08-2013	CN 104105861 A	15-10-2014
		DE 102012202344 A1	22-08-2013
		US 2015027415 A1	29-01-2015
		WO 2013120797 A1	22-08-2013

DE 102004058971 A1	14-06-2006	DE 102004058971 A1	14-06-2006
		EP 1825124 A1	29-08-2007
		US 2009223490 A1	10-09-2009
		WO 2006061113 A1	15-06-2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02M65/00 F02D41/20
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02M 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2013/120797 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 22. August 2013 (2013-08-22) Seite 4, Zeile 3 - Seite 10, Zeile 21; Abbildung 2a Seite 15, Zeile 19 - Seite 16, Zeile 21 -----	1-7
A	DE 10 2004 058971 A1 (VOLKSWAGEN MECHATRONIC GMBH [DE]) 14. Juni 2006 (2006-06-14) Absatz [0032] - Absatz [0042]; Abbildungen 3-5 Zusammenfassung -----	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

15. Mai 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/05/2015

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

Hermens, Sjoerd

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/055794

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013120797 A1	22-08-2013	CN 104105861 A	15-10-2014
		DE 102012202344 A1	22-08-2013
		US 2015027415 A1	29-01-2015
		WO 2013120797 A1	22-08-2013

DE 102004058971 A1	14-06-2006	DE 102004058971 A1	14-06-2006
		EP 1825124 A1	29-08-2007
		US 2009223490 A1	10-09-2009
		WO 2006061113 A1	15-06-2006
