

(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
24. September 2015 (24.09.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/140260 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/10 (2006.01) F02D 41/04 (2006.01)

F02D 41/40 (2006.01) F02D 41/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/055817

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. März 2015 (19.03.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 50210/2014 21. März 2014 (21.03.2014) AT

(71) Anmelder: AVL LIST GMBH [AT/AT]; Hans-List-Platz
1, A-8020 Graz (AT).

(72) Erfinder: KAPUS, Paul; Waldweg 9, A-8111 Judendorf
(AT). VIDMAR, Khai; Hohenbrugg 29, A-8271 Bad
Waltersdorf (AT). HOCHNETZ, Alexander;
Eintrachtgasse 13, A-8041 Graz (AT).

(74) Anwalt: BABELUK, Michael; Florianigasse 26/3, A-
1080 Wien (AT).

(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)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A DIRECT INJECTION SPARK-IGNITED COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER DIREKTEINSPRITZENDEN, FREMDGEZÜNDETEN
BRENNKRAFTMASCHINE

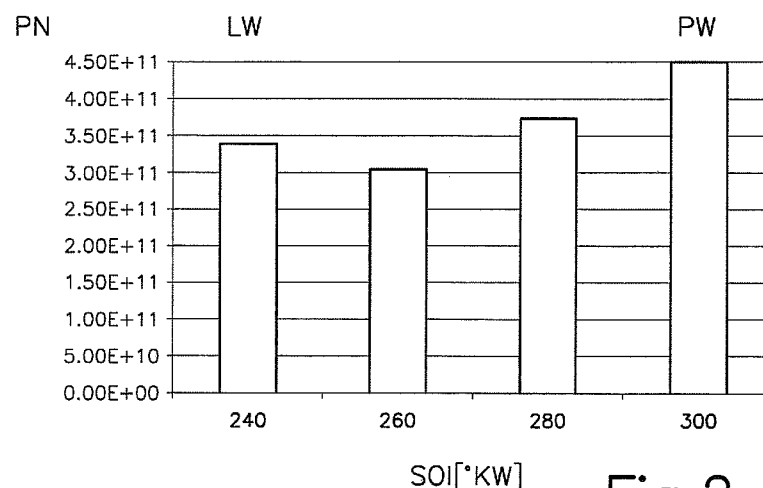


Fig.2

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a direct injection spark-ignited combustion engine, wherein the strategy of fuel injection in at least one engine operating range is changed in relation to at least one engine parameter. Particularly, in order to prevent particle emissions in transient operating states, checks are made as to whether the combustion engine is in a transient state and, if a transient operating state is determined, the strategy of fuel injection is changed – preferably through the number of fuel injections, the timing and/or location of fuel injections and/or the fuel injection pressure.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/140260 A1



-
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer direkteinspritzenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschine, wobei in zumindest einem Motorbetriebsbereich die Strategie der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit zumindest eines Motorparameters verändert wird. Um insbesondere in transienten Betriebszuständen die Partikelemissionen zu vermindern, ist vorgesehen, dass überprüft wird, ob ein transienter Zustand der Brennkraftmaschine vorliegt und - wenn ein transienter Betriebszustand festgestellt wird - die Strategie der Kraftstoffeinspritzung - vorzugsweise die Anzahl der Kraftstoffeinspritzungen, die zeitliche und/oder örtliche Lage der Kraftstoffeinspritzungen und/oder der Kraftstoffeinspritzdruck - verändert wird.

Verfahren zum Betreiben einer direkteinspritzenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer direkteinspritzenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschine, wobei in zumindest einem Motorbetriebsbereich die Strategie der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit zumindest eines Motorparameters verändert wird.

Insbesondere bei kaltem Motor kommt es zur Bildung von Rußpartikeln, wenn der eingespritzte Kraftstoff auf der kalten Kolbenoberfläche oder der kalten Zylinderlauffläche auftritt und somit der Kraftstoff nur unvollständig verbrennen kann. Insbesondere kühlt die Oberfläche des Kolbens und/oder der Zylinderbüchse aus, wenn Kraftstoff auf dieser Oberfläche verdampft (Verdampfungswärme wird der Oberfläche entzogen). Nach einem Lastsprung (transienter Betrieb) ist üblicherweise die Oberflächentemperatur höher als vor dem Lastsprung. Allerdings steigt die Oberflächentemperatur bei einem Lastsprung bei Kraftstoffauftrag nur geringer an bzw. sinkt sogar. Erst eine gewisse Zeit nach Abdampfen des Kraftstoffes erwärmt sich die Oberfläche wieder auf die diesem Lastpunkt entsprechende Temperatur.

Die WO 02/18769 A1 beschreibt ein Verfahren zur Steuerung einer Kraftstoff-Direkteinspritzung einer fremdgezündeten, wenigstens zeitweise in einem Homogenmodus betriebenen Verbrennungskraftmaschine. Zu Reduzierung der Schadstoffemission ist vorgesehen, dass der Einspritzzeitpunkt in Abhängigkeit von einer Temperatur der Verbrennungskraftmaschine gesteuert wird. Bei niedrigen Temperaturen wird dabei der Einspritzzeitpunkt verzögert. Dadurch wird zum Einspritzzeitpunkt der Abstand zwischen der Kolbenoberfläche und dem Einspritzventil vergrößert, wodurch dem eingespritztem Kraftstoff mehr Zeit zum Verdampfen bleibt.

Aus der DE 40 27 197 A1 ist es bekannt, dass durch Steuerung der Einspritzzeit die Kohlenwasserstoffmenge im Abgas verringert und ein gutes Ansprechverhalten gegenüber einer Beschleunigung oder Verzögerung erreicht werden kann. Dabei wird der Einspritzzeitpunkt auf der Basis der Motordrehzahl und eines Einspritzzeitpunktes berechnet und auf der Basis der Kühlwassertemperatur korrigiert.

Bekannte Verfahren verwenden Kennfelder zur Einspritzzeitpunktverstellung in statischen Betriebspunkten, also bei jeweils einer statischen Gaspedalstellung.

Dies ist allerdings nicht ausreichend, um insbesondere im Teillastbetrieb Rußbildung zu vermeiden, da besonders hohe Rußemissionen im transienten Fall, also beispielsweise bei plötzlicher Beschleunigung, auftreten.

Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und bei einer direkt-einspritzenden fremdgezündeten Brennkraftmaschine die Emissionen auch im transienten Betriebsfall zu vermindern.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass überprüft wird, ob ein transienter Zustand der Brennkraftmaschine vorliegt und - wenn ein transienter Betriebszustand festgestellt wird - die Strategie der Kraftstoffeinspritzung - vorzugsweise die Anzahl der Kraftstoffeinspritzungen und/oder die zeitliche und/oder örtliche Lage der Kraftstoffeinspritzungen und/oder der Kraftstoffeinspritzdruck - verändert wird.

Zur Überprüfung des transienten Betriebszustandes kann die zeitliche Änderung zumindest eines die Last der Brennkraftmaschine beschreibenden Parameters der Motorsteuerung, vorzugsweise die relative Last, die den Zylindern zugeführte Luftmasse, der Mitteldruck, und/oder der Gaspedalweg, ermittelt und ein transienter Betriebszustand festgestellt werden, wenn die zeitliche Änderung des Parameters >0 ist.

Wird ein transienter Betriebszustand in einem Teillastbereich festgestellt, so kann eine deutliche Reduktion der Rußemissionen durch Verändern der Strategie der Einspritzung erreicht werden.

Die Veränderung der Strategie der Kraftstoffeinspritzung kann beispielsweise in Abhängigkeit der Gaspedalstellung, der zeitlichen Änderung des Gaspedalweges und/oder der zeitlichen Änderung der Gaspedalbewegung, erfolgen.

Die zeitliche Änderung des Parameters - also die Geschwindigkeit der Änderung des Parameters - und/oder die zeitliche Änderung dieser Geschwindigkeit - also die Beschleunigung der Änderung des Parameters - sind ein Maß für die Bewertung des transienten Zustandes. Die Tendenz zum plötzlichen Partikelaustritt korreliert mit der Änderungsgeschwindigkeit des Parameters.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Geometrie der Brennkraftmaschine, beispielsweise der Hub, der Zylinderdurchmesser, die Pleuellänge und/oder die Kolbengeometrie, vorzugsweise die Form der Kolbenoberfläche, in einer Datenbank abgespeichert werden und die Veränderung des Beginnes der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit der Geometrie der Brennkraftmaschine erfolgt.

Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass die Kolbenstellung und/oder die Kolbenbewegung ermittelt werden und die Veränderung des Beginnes der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit der Kolbenstellung bzw. Kolbenbewegung erfolgt.

Auch die Form des Einspritzstrahles wirkt sich auf die Emissionen aus. Daher kann in weiterer Ausführung der Erfindung die Form des Kraftstoffstrahles ermittelt und/oder abgespeichert werden, wobei die Veränderung des Beginnes der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit der Form des Kraftstoffstrahles erfolgt.

Weiters kann die Motortemperatur und/oder die Kühlmitteltemperatur und/oder die Öltemperatur als Maß für die Bauteiltemperatur ermittelt werden und der Beginn der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit der Motortemperatur und/oder der Kühlmitteltemperatur und/oder der Öltemperatur verändert werden.

Ferner kann auch der Einspritzdruck als Parameter für die Bestimmung der Veränderung der Strategie der Kraftstoffeinspritzung verwendet werden.

Die Strategie der Kraftstoffeinspritzung wird vor allem durch die Anzahl der Kraftstoffeinspritzungen, die zeitliche und/oder die lokale Lage der Kraftstoffeinspritzungen - insbesondere des Beginnes der Kraftstoffeinspritzung -, und dem Einspritzdruck der Kraftstoffeinspritzung bestimmt.

Wenn ein transienter Zustand festgestellt wird kann der Beginn der - vorzugsweise mehrerer Kraftstoffeinspritzvorgänge pro Zyklus aufweisenden - Kraftstoffeinspritzung, verändert, vorzugsweise verzögert werden.

Weiters kann - wenn ein transienter Zustand festgestellt wird - die Anzahl der Einspritzungen pro Zyklus verändert wird, wobei vorzugsweise die Anzahl der Einspritzungen pro Zyklus erhöht werden.

Schließlich kann auch vorgesehen sein, dass - wenn ein transienter Zustand festgestellt wird - der Einspritzdruck verändert, vorzugsweise erhöht, wird.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann weiters vorgesehen sein, dass die Verzögerung des Beginnes der Kraftstoffeinspritzung mittels eines mathematischen Modells berechnet wird, wobei für die Verzögerung Δt gilt:

$$\Delta t = F(x, dx/dt, d^2x/dt^2, h, d, T_M, p_m, p_F),$$

wobei

x	....	die Position des Gaspedals,
dx/dt	....	die zeitliche Änderung des Gaspedalweges,
d ² x/dt ²	....	die zeitliche Änderung der Gaspedalbewegung,
h	....	die Kolbenstellung,

d der Einspritzstrahldurchmessers,
 T_M die Motortemperatur,
 p_M der Mitteldruck zumindest eines Zylinders,
 p_F der Kraftstoffeinspritzdruck ist .

Die besten Ergebnisse lassen sich erzielen, wenn die Verzögerung des Beginnes der Kraftstoffeinspritzung zwischen 10° und 50° , vorzugsweise etwa 20° bis 40° Kurbelwinkel beträgt.

In weiterer Ausführung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass nach Beendigung des transienten Zustandes die Strategie der Kraftstoffeinspritzung, vorzugsweise unter Verwendung einer Abklingfunktion, wieder auf den Normalzustand zurückgeführt wird, wobei vorzugsweise die Abklingfunktion eine Funktion der Motordrehzahl und/oder der Motortemperatur und/oder der Kühlmitteltemperatur ist.

Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der Fig. näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 verschiedene Motorparameter, über der Zeit aufgetragen; und

Fig. 2 den Einfluss der Partikelanzahl in Abhängigkeit des Beginnes der Kraftstoffeinspritzung.

In Fig. 1 sind das Kraftstoff-Luftverhältnis λ , der Zündzeitpunkt I , die Last L , die Motordrehzahl n , der Beginn SOI der Kraftstoffeinspritzung, die Partikelanzahl PN , Partikelmasse MSS , Kühlmitteltemperatur T_C , Gang G , Pedalstellung x , und Fahrzeuggeschwindigkeit v_s über der Zeit t aufgetragen. Fig. 2 zeigt die Partikelanzahl PN über dem Beginn SOI der Kraftstoffeinspritzung.

Im mit Pfeilen markierten Zeitbereich t zwischen 250 und 350 Sekunden wurde in einem transienten Betriebsbereich der Beginn der Kraftstoffeinspritzung um etwa 20° Kurbelwinkel KW verzögert, wodurch es zu einer deutlichen Reduzierung der Partikelanzahl PN - im Vergleich zu früheren oder späteren Kraftstoffeinspritzzeitpunkten kam. Mit LW ist dabei der Bereich der Benetzung des Zylinders (liner wetting) und mit PW der Bereich der Benetzung des Kolbens (piston wetting) mit Kraftstoff bezeichnet. In dem Bereich zwischen den beiden Pfeilen findet keine oder kaum eine Benetzung statt bzw. wird die Benetzung soweit reduziert, dass die Bauteiltemperatur nicht sinkt.

Nach Beendigung des transienten Zustandes kann die Strategie der Kraftstoffeinspritzung unter Verwendung einer Abklingfunktion (decay function) wieder auf den Normalzustand - also dem Kennfeldwert für die sich nach der Beendigung des transienten Zustandes einstellende Last - zurückgeführt werden. Die Ab-

klingsfunktion ist vorteilhafterweise eine Funktion der Motoröl- und/oder der Kühlmitteltemperatur T_c , sowie der Motordrehzahl n . Dabei wird der geänderten Zustand eine gewisse Zeit, eine Anzahl an Einspritzungen, etc. gehalten und dann abgeregelt. Diese Abregelung erfolgt entlang einer Rampe oder einer bestimmten Funktion, bis die Parameter, die transient geändert wurden, wieder auf den Kennfeldwerten liegen.

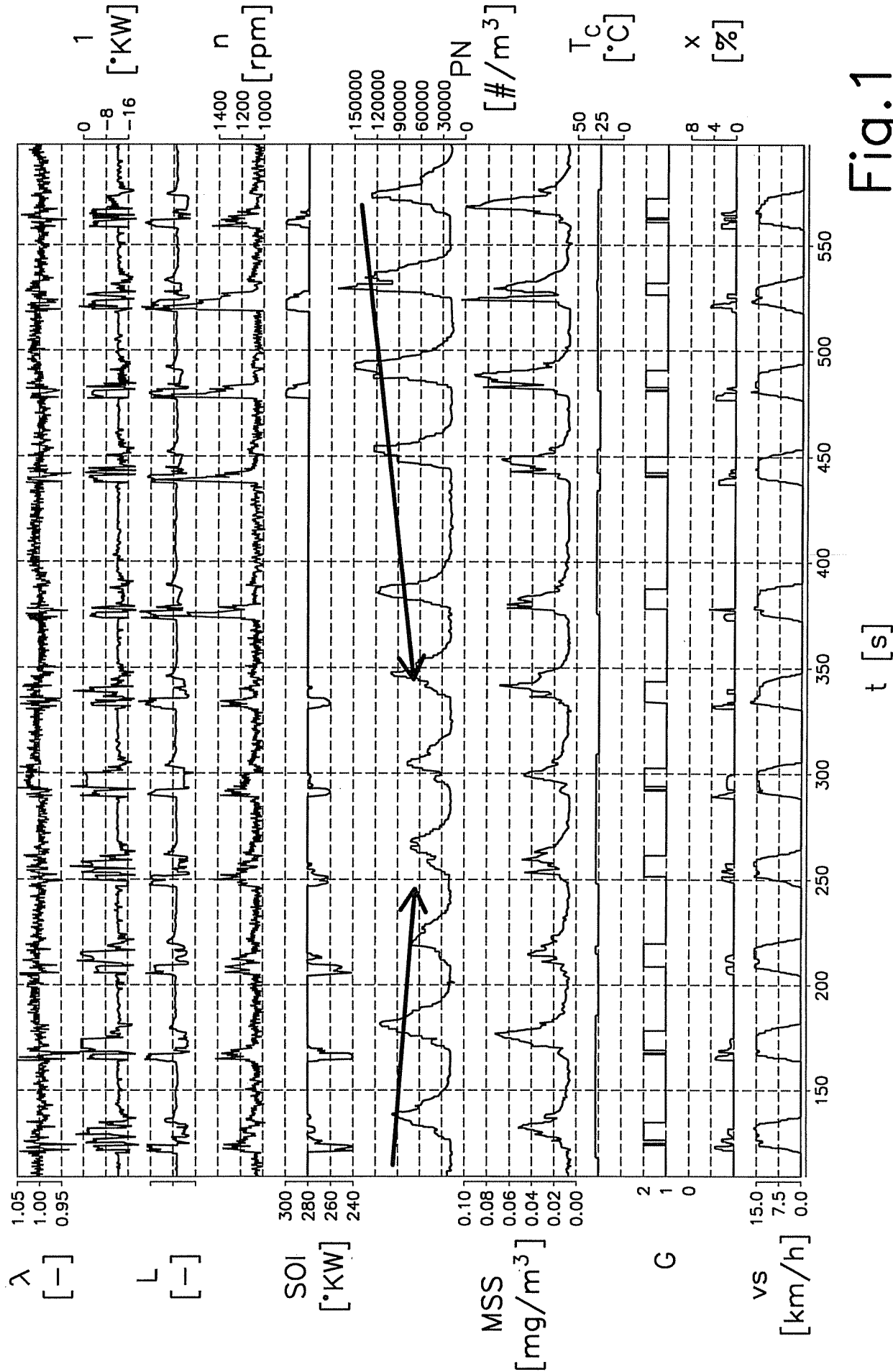
P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum Betreiben einer direkteinspritzenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschine, wobei in zumindest einem Motorbetriebsbereich die Strategie der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit zumindest eines Motorparameters verändert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass überprüft wird, ob ein transienter Zustand der Brennkraftmaschine vorliegt und - wenn ein transienter Betriebszustand festgestellt wird - die Strategie der Kraftstoffeinspritzung - vorzugsweise die Anzahl der Kraftstoffeinspritzungen und/oder die zeitliche und/oder örtliche Lage der Kraftstoffeinspritzungen und/oder der Kraftstoffeinspritzdruck - verändert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Überprüfung des transienten Betriebszustandes die zeitliche Änderung zumindest eines die Last der Brennkraftmaschine beschreibenden Parameters der Motorsteuerung ermittelt wird und ein transienter Betriebszustand festgestellt wird, wenn die zeitliche Änderung des Parameters >0 ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Überprüfung des transienten Betriebszustandes die zeitliche Änderung der relativen Last ermittelt wird und ein transienter Betriebszustand festgestellt wird, wenn die zeitliche Änderung der relativen Last >0 ist.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Überprüfung des transienten Betriebszustandes die zeitliche Änderung der Luftmasse ermittelt wird und ein transienter Betriebszustand festgestellt wird, wenn die zeitliche Änderung der Luftmasse >0 ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Überprüfung des transienten Betriebszustandes die zeitliche Änderung des Mitteldruckes (p_m) ermittelt wird und ein transienter Betriebszustand festgestellt wird, wenn die zeitliche Änderung des Mitteldruckes (p_m) >0 ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Überprüfung des transienten Betriebszustandes die zeitliche Änderung des Gaspedalweges (x) ermittelt wird und ein transienter Betriebszustand festgestellt wird, wenn die zeitliche Änderung des Gaspedalweges (x) >0 ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Parameter aus der Gruppe Gaspedalweg, relative Last,

Luftmasse oder Mitteldruck ermittelt wird und die Strategie der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit des Parameters verändert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Geschwindigkeit der Änderung des Parameters ermittelt wird und die Veränderung der Strategie der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit der Geschwindigkeit der Änderung des Parameters erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zeitliche Änderung der Geschwindigkeit des Parameters ermittelt wird und die Veränderung der Strategie der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit der zeitlichen Änderung der Geschwindigkeit des Parameters erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Geometrie der Brennkraftmaschine, vorzugsweise der Hub, der Zylinderdurchmesser, die Pleuellänge und/oder die Kolbengeometrie, besonders vorzugsweise die Form der Kolbenoberfläche, in einer Datenbank abgespeichert wird und die Veränderung der Strategie der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit der Geometrie der Brennkraftmaschine erfolgt.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kolbenstellung (h) und/oder die Kolbenbewegung ermittelt wird und die Veränderung der Strategie der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit der Kolbenstellung bzw. Kolbenbewegung erfolgt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Form des Kraftstoffstrahles ermittelt und/oder abgespeichert wird die Veränderung der Strategie der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit der Form des Kraftstoffstrahles erfolgt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Motortemperatur (T_M) und/oder Kühlmitteltemperatur (T_C) ermittelt wird und die Strategie der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit der Motortemperatur (T_M) und/oder Kühlmitteltemperatur (T_C) verändert wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mitteldruck (p_m) ermittelt wird und die Strategie der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit des Mitteldruckes (p_m) verändert wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kraftstoffeinspritzdruck (p_F) ermittelt wird und die Strategie der Kraftstoffeinspritzung in Abhängigkeit des Kraftstoffeinspritzdrucks (p_F) verändert wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass - wenn ein transienter Zustand festgestellt wird - der Beginn (SOI) der Kraftstoffeinspritzung, vorzugsweise mehrerer Kraftstoffeinspritzungen pro Zyklus, verändert, vorzugsweise verzögert wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verzögerung des Beginnes (SOI) der Kraftstoffeinspritzung mittels eines mathematischen Modells berechnet wird, wobei für die Verzögerung Δt gilt:
- $$\Delta t = F(x, dx/dt, d^2x/dt^2, h, d, T_M, p_m, p_F),$$
- wobei
- | | | |
|----------------------------------|-------|--|
| x | ..... | die Position des Gaspedals, |
| dx/dt | .... | die zeitliche Änderung des Gaspedalweges, |
| d ² x/dt ² | .... | die zeitliche Änderung der Gaspedalbewegung, |
| h | .... | die Kolbenstellung, |
| d | .... | der Einspritzstrahldurchmessers, |
| T _M | ..... | die Motortemperatur, |
| p _M | ... | der Mitteldruck zumindest eines Zylinders, |
| p _F | .... | der Kraftstoffeinspritzdruckes ist. |
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verzögerung des Beginnes (SOI) der Kraftstoffeinspritzung zwischen etwa 10° und 50°, vorzugsweise etwa 20° bis 40° Kurbelwinkel (KW) beträgt.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass - wenn ein transienter Zustand festgestellt wird - die Anzahl der Einspritzungen pro Zyklus verändert wird, wobei vorzugsweise die Anzahl der Einspritzungen pro Zyklus erhöht wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass - wenn ein transienter Zustand festgestellt wird - der Einspritzdruck verändert, vorzugsweise erhöht, wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach Beendigung des transienten Zustandes die Strategie der Kraftstoffeinspritzung, vorzugsweise unter Verwendung einer Abklingfunktion, wieder auf den Normalzustand zurückgeführt wird.
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abklingfunktion eine Funktion der Motordrehzahl (n) und/oder der Motortemperatur (T_M) und/oder der Kühlmitteltemperatur (T_C) ist.



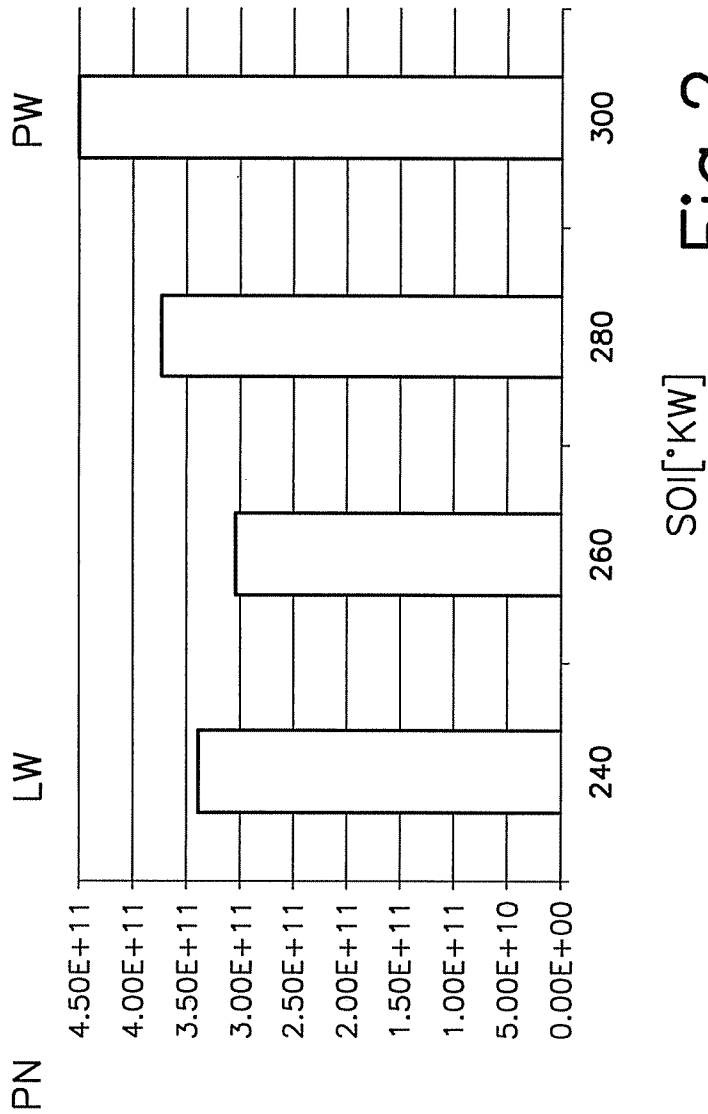


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/055817

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02D41/10 F02D41/40
ADD. F02D41/04 F02D41/06

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,P	WO 2014/195101 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 11 December 2014 (2014-12-11) page 6, lines 1-25; figures 1,2 page 6, line 26 - page 7, line 2; figures 3,4 claim 1 claim 7	1-16, 18-22
X	DE 10 2011 004190 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 16 August 2012 (2012-08-16) paragraph [0014]; claim 3	1-16, 18-22
X	US 2014/039780 A1 (BERKEMEIER OLIVER [DE] ET AL) 6 February 2014 (2014-02-06) paragraph [0012] abstract	1,2
	----- -/-	



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

9 July 2015

Date of mailing of the international search report

16/07/2015

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

Spicq, Alexandre

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/055817

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005/145222 A1 (GLENN DOUGLAS [US] ET AL) 7 July 2005 (2005-07-07) abstract; figure 6 -----	1-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/055817

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2014195101 A1	11-12-2014	DE 102013210604 A1 WO 2014195101 A1	11-12-2014 11-12-2014
DE 102011004190 A1	16-08-2012	NONE	
US 2014039780 A1	06-02-2014	CN 103573451 A DE 102013211661 A1 US 2014039780 A1	12-02-2014 06-02-2014 06-02-2014
US 2005145222 A1	07-07-2005	AU 2004312326 A1 BR PI0417332 A CA 2551391 A1 CN 1902391 A EP 1704318 A1 MX PA06007548 A RU 2370657 C2 US 2005145222 A1 WO 2005066479 A1	21-07-2005 27-03-2007 21-07-2005 24-01-2007 27-09-2006 31-08-2006 20-10-2009 07-07-2005 21-07-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F02D41/10 F02D41/40

ADD. F02D41/04 F02D41/06

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,P	WO 2014/195101 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 11. Dezember 2014 (2014-12-11) Seite 6, Zeilen 1-25; Abbildungen 1,2 Seite 6, Zeile 26 - Seite 7, Zeile 2; Abbildungen 3,4 Anspruch 1 Anspruch 7 -----	1-16, 18-22
X	DE 10 2011 004190 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 16. August 2012 (2012-08-16) Absatz [0014]; Anspruch 3 -----	1-16, 18-22
X	US 2014/039780 A1 (BERKEMEIER OLIVER [DE] ET AL) 6. Februar 2014 (2014-02-06) Absatz [0012] Zusammenfassung ----- -/-	1,2



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

9. Juli 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/07/2015

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

Spicq, Alexandre

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2005/145222 A1 (GLENN DOUGLAS [US] ET AL) 7. Juli 2005 (2005-07-07) Zusammenfassung; Abbildung 6 -----	1-22

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/055817

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014195101 A1	11-12-2014	DE 102013210604 A1	11-12-2014
		WO 2014195101 A1	11-12-2014

DE 102011004190 A1	16-08-2012	KEINE	

US 2014039780 A1	06-02-2014	CN 103573451 A	12-02-2014
		DE 102013211661 A1	06-02-2014
		US 2014039780 A1	06-02-2014

US 2005145222 A1	07-07-2005	AU 2004312326 A1	21-07-2005
		BR PI0417332 A	27-03-2007
		CA 2551391 A1	21-07-2005
		CN 1902391 A	24-01-2007
		EP 1704318 A1	27-09-2006
		MX PA06007548 A	31-08-2006
		RU 2370657 C2	20-10-2009
		US 2005145222 A1	07-07-2005
		WO 2005066479 A1	21-07-2005
