(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
20. Februar 2014 (20.02.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/027013 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02D 41/20 (2006.01) *H02N 2/06* (2006.01)
F02D 41/24 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/066964

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. August 2013 (14.08.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 214 565.6
16. August 2012 (16.08.2012) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **RUSSE, Peter Matthias**; Carl-Orff-Str. 35, 93105 Tegernheim (DE). **SCHWARTE, Anselm**; Am Golfplatz 22 a, 93077 Bad Abbach (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, IS, JP, KE, KG, 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, 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, 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)*

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

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR OPERATING AN INJECTION VALVE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINES EINSPRITZVENTILS

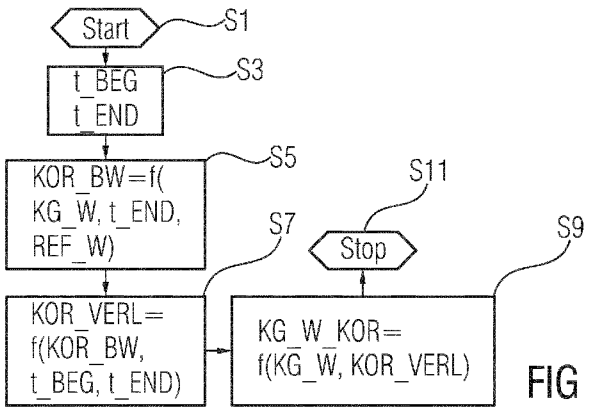


FIG 5

(57) Abstract: An injection valve has a nozzle needle which, in a closed position, stops a dosing of fluid and otherwise releases the dosing of fluid. It also has a solid-state actuator which is designed to act on the nozzle needle and influence the position thereof. To operate the injection valve, values (KG_W) of a characteristic for a load state of the solid-state actuator are detected for an injection process using a predetermined sampling rate. Furthermore, a start reference time (t_BEG) and an end reference time (t_END) are determined correlating in chronological terms to an operating phase in which the solid-state actuator is discharged to a predetermined reference state by absorbing the energy in a discharging resistor. Depending on a value (KG_W) of the characteristic, which was detected correlating to an end of the operating phase, and a predetermined reference value (REF_W) a correction reference value (KOR_BW) is determined. A correction value pattern (KOR_VERL) is determined depending on the end reference time (t_END), the start reference time (t_BEG) and the correction reference value (KOR_BW). The detected values (KG_W) of the characteristic for the load state are determined depending on the correction value pattern (KOR_VERL).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/027013 A1

Ein Einspritzventil hat eine Düsennadel, die in einer Schließposition ein Zumessen von Fluid unterbindet und ansonsten das Zumessen von Fluid freigibt. Es hat ferner einen Festkörperaktuator, der dazu ausgebildet ist, auf die Düsennadel einzuwirken und ihre Position zu beeinflussen. Zum Betreiben des Einspritzventils werden für einen Einspritzvorgang mit einer vorgegebenen Abtastrate Werte (KG_W) einer Kenngröße für einen Ladezustand des Festkörperaktuators erfasst. Ferner wird ein Beginnbezugszeitpunkt (t_BEG) ermittelt und es wird ein Endebezugszeitpunkt (t_END) ermittelt und zwar zeitlich korrelierend zu einer Betriebsphase, in der der Festkörperaktuator auf einen vorgegebenen Referenzzustand entladen wird durch Aufnahme der Energie in einem Entladewiderstand. Abhängig von einem Wert (KG_W) der Kenngröße, der korrelierend zu einem Ende der Betriebsphase erfasst wurde, und einem vorgegebenen Referenzwert (REF_W) wird ein Korrekturbezugswert (KOR_BW) ermittelt. Ein Korrekturwertverlauf (KOR_VERL) wird abhängig von dem Endebezugszeitpunkt (t_END), dem Beginnbezugszeitpunkt (t_BEG) und dem Korrekturbezugswert (KOR_BW) ermittelt. Die erfassten Werte (KG_W) der Kenngröße für den Ladezustand werden abhängig von dem Korrekturwertverlauf (KOR_VERL) ermittelt.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines Einspritzventils

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines Einspritzventils, das insbesondere eingesetzt wird zum Zumessen von Fluid und zwar insbesondere von Kraftstoff.

Immer strengere gesetzliche Vorschriften bezüglich der zulässigen Schadstoff-Emissionen von Brennkraftmaschinen, die in Kraftfahrzeugen angeordnet sind, machen es erforderlich, diverse Maßnahmen vorzunehmen, durch die die Schadstoff-Emissionen gesenkt werden können. Ein Ansatzpunkt hierbei ist, die während des Verbrennungsprozesses des Luft-/Kraftstoff-Gemisches erzeugten Schadstoff-Emissionen zu senken. In diesem Zusammenhang ist ein äußerst präzises Zumessen von Kraftstoff vorteilhaft.

Ferner ist in diesem Zusammenhang auch vorteilhaft, wenn zumindest in bestimmten Betriebszuständen Mehrfacheinspritzungen während eines Arbeitszyklusses erfolgen.

Die Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, ist, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines Einspritzventils zu schaffen, die beziehungsweise das ein präzises Zumessen von Fluid durch das Einspritzventil ermöglicht.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung zeichnet sich aus durch ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines Einspritzventils mit einer Düsennadel, die in einer Schließposition ein Zumessen von Fluid unterbindet und ansonsten das Zumessen von Fluid freigibt. Das

Einspritzventil weist ferner einen Festkörperaktuator auf, der dazu ausgebildet ist, auf die Düsennadel einzuwirken und ihre Position zu beeinflussen. Für einen Einspritzvorgang werden folgende Schritte durchgeführt.

Mit einer vorgegebenen Abtastrate werden Werte einer Kenngröße für einen Ladezustand des Festkörperaktuators erfasst. Ein Beginnbezugszeitpunkt wird ermittelt, der bezogen ist auf den Einspritzvorgang. Ferner wird ein Endebezugszeitpunkt ermittelt und zwar zeitlich korrelierend zu einer Betriebsphase, in der der Festkörperaktuator auf einen vorgegebenen Referenzzustand entladen wird durch Aufnahme der Energie in einem Entladewiderstand. Abhängig von einem Wert der Kenngröße, der korrelierend zu einem Ende der Betriebsphase erfasst wurde, in der der Festkörperaktuator auf den vorgegebenen Referenzzustand entladen wird, und abhängig von einem vorgegebenen Referenzwert wird ein Korrekturbezugswert ermittelt. Ein Korrekturwert-verlauf wird abhängig von dem Endebezugszeitpunkt, dem Beginnbezugszeitpunkt und dem Korrekturbezugswert ermittelt. Die erfassten Werte der Kenngröße für den Ladezustand werden abhängig von dem Korrekturwertverlauf korrigiert.

Unter einem Einspritzvorgang kann in diesem Zusammenhang eine einzelne Zumessung von Fluid verstanden werden. Ein Ein-spritzvorgang umfasst jedoch auch eine Verkettung von mehreren Teileinspritzungen, die während eines Arbeitsspiels einer Brennkraftmaschine durch ein Einspritzventil durchgeführt werden, und zwar dann, wenn zwischen jeweiligen Teilein-spritzungen nicht die Betriebsphase eingenommen wird, in der der Festkörperaktuator auf einen vorgegebenen Referenzzustand entladen wird durch Aufnahme der Energie in dem Entladewiderstand.

Durch das Vorgehen kann auch bei Einspritzvorgängen, insbesondere bei relativ langen Einspritzvorgängen, ein dort auftretender Driftfehler besonders einfach und präzise kompensiert werden und zwar insbesondere für die Werte der Kenngröße, die während des jeweiligen Einspritzvorgangs erfasst wurden. Dies ermöglicht so die Werte mit einer hohen Güte, also einem geringen Messfehler, bereitzustellen. Dies hat die Wirkung, dass bei entsprechender weiterer Bearbeitung der Werte, beispielsweise zum Ermitteln charakteristischer Punkte, die repräsentativ sind für vorgegebene Ereignisse innerhalb des Einspritzventils, eine besondere präzise Steuerung der Fluidzumessung durch das Einspritzventil ermöglicht ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Korrekturwerteverlauf linear. Auf diese Weise kann der Korrekturwerteverlauf besonders einfach ermittelt werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Einspritzventil mit einer Steuervorrichtung,

Figur 2 eine Hardware-Integrator-Schaltungsanordnung, die in der Steuervorrichtung ausgebildet ist,

Figur 3 Signalverläufe beim Betrieb des Einspritzventils,

Figur 4 weitere Signalverläufe bei dem Betrieb des Einspritzventils und

Figur 5 ein Ablaufdiagramm eines Programms.

Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Ein Einspritzventil weist ein Injektorgehäuse 1 (Figur 1) auf, dem ferner eine Adapterplatte 2, ein Düsenkörper 4 und eine Düsenspannmutter 6 zugeordnet sind. Die Düsenspannmutter 6 koppelt die Adapterplatte 2 und den Düsenkörper 4 mit dem Injektorgehäuse 1. Grundsätzlich kann auch die Adapterplatte 2 und/oder der Düsenkörper 4 einstückig mit dem Injektorgehäuse 1 ausgebildet sein.

Das Injektorgehäuse 1 weist ferner einen Fluideinlass 8 auf, der hydraulisch gekoppelt ist mit einer Fluidzuführung, die beispielsweise einen Fluidhochdruckspeicher umfasst.

In einer Ausnehmung 10 des Düsenkörpers 4 ist eine Düsennadel 12 angeordnet. In dem Düsenkörper 4 ist ferner mindestens ein Einspritzloch 14 ausgebildet, das von der Ausnehmung 10 aus den Düsenkörper 4 nach außen durchdringt.

Darüber hinaus umfasst das Einspritzventil eine Übertragungsanordnung 16, die einen Hebel und/oder eine Hubumkehr umfasst und über die die Düsennadel 12 mit einem Festkörperaktuator 18 mechanisch koppelbar ist.

Der Festkörperaktuator 18 ist beispielsweise als ein piezoelektrischer Aktuator ausgebildet. Er kann jedoch auch als ein beliebiger anderer dem zuständigen Fachmann für derartige Zwecke bekannter Festkörperaktuator, wie beispielsweise ein magnetostriktiver Aktuator ausgebildet sein.

Ferner ist ein elektrischer Anschluss 20 vorgesehen, über den das Einspritzventil elektrisch leitend koppelbar ist mit einer Steuervorrichtung 22.

Die Steuervorrichtung 22 ist ausgebildet abhängig von zumindest einer Betriebsgröße zumindest ein Stellsignal zu erzeugen, das

beispielsweise vorgesehen ist zum Ansteuern des Einspritzventils. Betriebsgrößen umfassen in diesem Zusammenhang beliebige Messgrößen oder auch von diesen abgeleitete Größen. Die Steuervorrichtung 22 kann auch als Vorrichtung zum Betreiben des Einspritzventils bezeichnet werden.

In einer Schließposition der Düsennadel 12 unterbindet diese ein Zumessen von Fluid durch das mindestens eine Einspritzloch 14. Außerhalb der Schließposition der Düsennadel 12, also wenn die Düsennadel sich in axialer Richtung entlang der Längsachse des Einspritzventils in einer zu ihrer Schließposition in der Zeichnungsebene nach oben veränderten Position befindet, gibt sie das Zumessen von Fluid frei. Zum Durchführen einer Fluidzumessung wird dem Festkörperaktuator 18 zunächst elektrische Energie zugeführt und zwar durch Zuführen einer vorgegebenen Ladung.

Dies hat zur Folge, dass sich der Festkörperaktuator 18 längt in axialer Richtung und diese Längung über die Übertragungsanordnung 16 auf die Düsennadel 12 übertragen wird. Auf diese Weise wird somit eine Kraft auf die Düsennadel 12 ausgeübt, die so auf die Düsennadel 12 einwirkt, dass ohne weitere auf sie einwirkende Kräfte die Düsennadel 12 sich aus ihrer Schließposition herausbewegt. Auf die Düsennadel 12 wirken ferner insbesondere eine Federkraft einer Rückstellfeder ein und auch durch den Fluiddruck des Fluids in der Ausnehmung 10 hervorgerufene hydraulischen Kräfte ein. Abhängig von der Kräftebilanz der auf sie einwirkenden Kräfte erfolgt somit eine Bewegung der Düsennadel 12 heraus aus ihrer Schließposition. Allerdings muss zum Herausbewegen der Düsennadel auch noch ihre Trägheitskraft überwunden werden, so dass sich daraus eine sogenannte elektro-hydraulische Verzögerungszeitdauer ergibt, bis sich die Düsennadel 12 tatsächlich aus ihrer Schließposition herausbewegt.

Für einen Schließvorgang der Düsennadel 12, während dessen sie sich von einer Position außerhalb der Schließposition zurück in ihre Schließposition bewegt, kann das Einspritzventil in verschiedenen Betriebsmodi betrieben werden.

Die jeweiligen verschiedenen Betriebsmodi sind dadurch gekennzeichnet, dass eine unterschiedliche Kombination von Betriebsphasen vorhanden ist. In den Figuren 3 und 4 sind Signalverläufe und zwar idealisierte Signalverläufe, einer erfassten Spannung U_AV dargestellt, die an dem Festkörperaktuator 18 abfällt. In einer ersten Betriebsphase BP1 wird der Festkörperaktuator 18 auf eine vorgegebene Teilladung entladen. In einer zweiten Betriebsphase BP2 wird der Festkörperaktuator 18 als Sensor betrieben. Die Betriebsdauer der zweiten Betriebsphase BP2 ist insbesondere derart vorgegeben, dass während der Betriebsdauer ein Erreichen der Schließposition der Düsennadel erfolgt.

Eine dritte Betriebsphase BP3 wird durchgeführt, während der Festkörperaktuator 18 auf einen vorgegebenen Referenzzustand weiter entladen wird und zwar durch Aufnahme der Energie in einem Entladewiderstand. Insbesondere wird der Festkörperaktuator 18 in der dritten Betriebsphase BP3 auf eine vorgegebene Referenzladung entladen, die beispielsweise einem vollständig oder nahezu vollständig entladenen Festkörperaktuator entspricht und somit einen Spannungsabfall an dem Festkörperaktuator 18 von beispielsweise 0 V zur Folge hat. Aufgrund der Eigenschaften des Festkörperaktuators 18 kann ggf. jedoch die Referenzladung einen von einem Neutralwert abweichenden Wert annehmen.

Die Teilladung ist beispielsweise so vorgegeben, dass an dem Festkörperaktuator 18 bis zirka 20 V an Spannung abfallen. Die Betriebsphase BP2 kann beispielsweise mit in etwa 80 µs vor-

gegeben sein und die Betriebsphase BP3 ist beispielsweise mit in etwa 100 µs vorgegeben.

Während des Durchführens des Entladevorgangs in der ersten und auch in der zweiten Betriebsphase BP1, BP2 wird die abgeführte Ladung bevorzugt in einem Kondensator zwischengespeichert, um bei einem erneuten Ladevorgang erneut dem Festkörperaktuator 18 zugeführt werden zu können.

In einem ersten Betriebsmodus sind sowohl die erste Betriebsphase BP1 als auch die zweite Betriebsphase BP2 als auch die dritte Betriebsphase BP3 vorhanden. Eine so genannte Haupteinspritzung wird häufig in dem ersten Betriebsmodus durchgeführt.

Im Gegensatz zu dem ersten Betriebsmodus wird in einem zweiten Betriebsmodus die erste Betriebsphase BP1 und nachfolgend die zweite Betriebsphase BP2 durchgeführt, während die dritte Betriebsphase BP3 ausgelassen wird. Auf diese Weise ist die minimal mögliche Zumesspause zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zumessungen von Fluid reduziert im Vergleich zu dem ersten Betriebsmodus BM1. In dem zweiten Betriebsmodus BM2 verbleibt noch eine kleine Restladung in dem Festkörperaktuator 18. Durch die Restladung wird insbesondere auch die elektrohydraulische Verzugszeitdauer verkürzt.

Das Einspritzventil wird bei dem in der Figur 4 dargestellten Signalverlauf beispielsweise bei den dort dargestellten ersten zwei Teileinspritzungen und der nachfolgenden Haupteinspritzung in dem zweiten Betriebsmodus BM2 betrieben, während es in der letzten Teileinspritzung, welche auch als Nacheinspritzung bezeichnet werden kann, in dem ersten Betriebsmodus BM1 betrieben wird.

In einem dritten Betriebsmodus wird die erste Betriebsphase BP1 durchgeführt, während die zweite und dritte Betriebsphase BP2, BP3 ausgelassen werden. Auf diese Weise ist die minimale Zumesspause weiter reduziert. In dem dritten Betriebsmodus wird auch die zweite Betriebsphase BP2 ausgelassen und so auch auf einen Betrieb des Festkörperaktuators 18 als Sensor mit entsprechender Detektion eines Auftreffens der Düsennadel 12 auf ihre Schließposition verzichtet.

In diesem Zusammenhang kann auch in dem dritten Betriebsmodus in der ersten Betriebsphase BP1 der Festkörperaktuator 18 auf eine im Vergleich zu dem zweiten und/oder dritten Betriebsmodus erhöhte Teilladung entladen werden. Auch dies trägt zu einer weiteren Verkürzung der elektrohydraulischen Verzugszeitdauer bei.

Eine Hardware-Integrator-Schaltungsanordnung (siehe Figur 3) ist bevorzugt in der Steuervorrichtung ausgebildet. Sie ist insbesondere dazu ausgebildet, einen Strom durch den Festkörperaktuator 18 zu erfassen und zwar mittels eines Shunt-Widerstands R_S und einem Differenzverstärker 26. Das Ausgangssignal des Differenzverstärkers 26 ist einem Integrator 28 zugeführt, der mittels eines Rücksetzsignals RES zurückgesetzt werden kann auf einen Neutralwert, der beispielsweise Null ist.

Das Ausgangssignal des Integrators 28 ist einem A/D-Wandler 30 zugeführt, der dazu ausgebildet ist, das bei ihm anliegende Eingangssignal analog/digital zu wandeln.

Das Ausgangssignal des A/D-Wandlers 30 repräsentiert Werte KG_W einer Kenngröße für einen Ladezustand des Festkörperaktuators 18. Die Wandlung in dem A/D-Wandler 30 erfolgt mit einer vorgegebenen Abtastrate. Die Werte KG_W der Kenngröße für den

Ladezustand des Festkörperaktuators 18 sind einer Signalverarbeitungseinheit 32 zugeführt. Diese umfasst eine Offset-Ausgleichseinheit 34, die dazu ausgebildet ist, ein Korrekturoffsetsignal abhängig von den Werten KG_W der Kenngröße zu ermitteln und einem D/A-Wandler 36 zuzuführen, der dann ein entsprechend analoges Korrekturoffsetsignal I_OFFS_KOR erzeugt, das dem Differenzverstärker 26 zur Offsetkompensation zugeführt wird. Das Korrekturoffsetsignal I_OFFS_KOR wird jeweils zeitlich korrelierend zu der dritten Betriebsphase BP3 und zwar bevorzugt gegen deren Ende neu ermittelt und wirkt dann auf das Ausgangssignal des Differenzverstärkers 26 für einen nachfolgenden Einspritzvorgang ein. Die Güte des analogen Korrekturoffsetsignals I_OFFS_KOR hängt stark von der Genauigkeit des D/A-Wandlers 36 ab.

Das Rücksetzsignal RES wird insbesondere zeitlich korrelierend zu einem Beginn eines jeweiligen Einspritzvorgangs erzeugt und zwar insbesondere am Beginn des Einspritzvorgangs. Der Beginn des Einspritzvorgangs bezeichnet nicht notwendigerweise das Beginnen des Zumessens des Fluids, sondern vielmehr eine zeitliche Korrelation zu dem Beginn des Ansteuerns des Festkörperaktuators 18 zum Zuführen von Ladung zum Einleiten des Zumessens des Fluids. Der Beginn des Einspritzvorgangs kann so der Beginn des Ansteuerns des Festkörperaktuators 18 zum Zuführen von Ladung zum Einleiten des Zumessens des Fluids sein.

Ein Programm zum Betreiben des Einspritzventils ist in einem Speicher der Steuervorrichtung 22 gespeichert und wird während des Betriebs des Einspritzventils in einer Recheneinheit der Steuervorrichtung, die beispielsweise einen Mikroprozessor umfassen kann, abgearbeitet. Das Programm (Figur 5) wird in einem Schritt S1 gestartet, in dem gegebenenfalls Variablen initialisiert werden.

In einem Schritt S3 wird für einen jeweiligen aktuellen Einspritzvorgang ein Beginnbezugszeitpunkt t_BEG ermittelt. Der Beginnbezugszeitpunkt t_BEG entspricht beispielsweise in etwa oder insbesondere genau einem Beginn des Ansteuerns des Einspritzventils bei dem Start des jeweiligen Einspritzvorgangs. Entsprechende Beispiele dazu sind in den Signalverläufen der Figuren 3 und 4 dargestellt.

Ferner wird ein Endebezugszeitpunkt t_END zeitlich korrelierend zu der dritten Betriebsphase BP3 ermittelt und zwar insbesondere zugeordnet zu demjenigen Zeitpunkt, an dem der jeweilige Entladevorgang in der dritten Betriebsphase BP3 gerade abgeschlossen ist. Eine Zeitdauer zwischen dem jeweiligen Beginnbezugszeitpunkt t_BEG und dem jeweiligen Endebezugszeitpunkt t_END erstreckt sich so über den gesamten Einspritzvorgang, also beispielsweise, wie in der Figur 3 dargestellt, über eine so genannte Haupteinspritzung. Bei den Signalverläufen gemäß der Figur 3 können auch entsprechende Beginn- und Bezugszeitpunkte t_BEG, t_END für die dort dargestellte Voreinspritzung beziehungsweise Nacheinspritzung ermittelt werden.

Bei dem in der Figur 4 dargestellten Signalverlauf handelt es sich um eine Verkettung von Teileinspritzungen und somit umfasst die Zeitdauer zwischen dem Beginnbezugszeitpunkt t_BEG und dem Endebezugszeitpunkt t_END die gesamte Zeitdauer der Teileinspritzungen, wobei die Teileinspritzungen sowohl Vor- als auch Nacheinspritzungen als auch die Haupteinspritzung sein können.

In einem Schritt S5 wird ein Korrekturbezugswert KOR_BW ermittelt und zwar abhängig von einem Wert KG_W der Kenngröße, der korrelierend zu dem Ende der dritten Betriebsphase BP3 erfasst wurde. Dieser ist insbesondere korrelierend oder insbesondere auch in etwa zusammenfallend mit dem Endebezugszeitpunkt t_END

erfasst. Darüber hinaus wird dieser bevorzugt abhängig von einem Referenzwert REF_W ermittelt, der eine noch verbleibende Ladungsmenge repräsentiert. Diese kann beispielsweise fest vorgegeben sein und beispielsweise durch Versuche oder Simulation ermittelt sein und/oder mittels eines Ladungsbeobachters dynamisch ermittelt werden. Sie weist grundsätzlich einen sehr geringen Wert wie beispielsweise 65 µAs auf.

Der Korrekturbezugswert KOR_BW wird insbesondere abhängig von einer Differenz des Wertes KG_W der Kenngröße, der korrelierend zu dem Ende der dritten Betriebsphase BP3 erfasst wurde, und dem Referenzwert REF_W ermittelt. Er kann beispielsweise dieser Differenz direkt entsprechen.

Der Korrekturbezugswert KOR_BW repräsentiert so einen Gesamtoffset, der während eines jeweiligen Einspritzvorgangs entsteht.

In einem Schritt S7 wird ein Korrekturwertverlauf KOR_VERL abhängig von dem Endebezugszeitpunkt t_END, dem Beginnbezugszeitpunkt t_BEG und dem Korrekturbezugswert KOR_BW ermittelt. Dabei ist dem Korrekturwertverlauf eine vorgegebene Funktion zugeordnet, wie beispielsweise eine lineare oder auch eine sich exponentiell an den Korrekturbezugswert KOR_BW annähernde Funktion. Im Falle der linearen Funktion korrespondiert die Steigung beispielsweise zu dem Quotienten aus dem Korrekturbezugswert KOR_BW und der Differenz zwischen dem Endebezugszeitpunkt t_END und dem Beginnbezugszeitpunkt t_BEG.

In einem Schritt S9 werden dann die erfassten Werte KG_W der Kenngröße für den Ladezustand abhängig von dem Korrekturwertverlauf KOR_VERL korrigiert. Dies erfolgt in entsprechender zeitlicher Zuordnung der jeweiligen Werte KG_W zu ihrer Lage in dem jeweiligen Einspritzvorgang. So wird beispielsweise im Falle

einer linearen Funktion bei dem Korrekturwertverlauf KOR_VERL einem Wert KG_W, der genau in der Mitte des Zeitintervalls zwischen dem Beginnbezugszeitpunkt t_BEG und dem Endebezugszeitpunkt t_END liegt, der halbe Wert des Korrekturbezugswertes KOR_BW zur Korrektur zugerechnet.

Die so korrigierten Werte KG_W_COR der Kenngröße für den Ladezustand werden dann insbesondere anderen Programmen, die in der Steuervorrichtung 22 gespeichert sind und während des Betriebs des Einspritzventils abgearbeitet werden, zur Verfügung gestellt, um diese weiter auszuwerten und zwar beispielsweise im Hinblick auf ein Erkennen bestimmter charakteristischer Punkte, die beispielsweise repräsentativ für ein Auftreffen der Düsennadel 12 in ihre Schließposition sein können.

Das Programm wird anschließend in einem Schritt S11 beendet. Bevorzugt wird es für jeden Einspritzvorgang erneut aufgerufen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Einspritzventils mit einer Düsennadel (12), die in einer Schließposition ein Zumessen von Fluid unterbindet und ansonsten das Zumessen von Fluid freigibt, und mit einem Festkörperaktuator (18), der dazu ausgebildet ist, auf die Düsennadel (12) einzuwirken und ihre Position zu beeinflussen,
wobei für einen Einspritzvorgang
- mit einer vorgegebenen Abtastrate Werte (KG_W) einer Kenngröße für einen Ladezustand des Festkörperaktuators (18) erfasst werden,
- ein Beginnbezugszeitpunkt (t_BEG) ermittelt wird,
- ein Endebezugszeitpunkt (t_END) ermittelt wird und zwar zeitlich korrelierend zu einer Betriebsphase, in der der Festkörperaktuator (18) auf einen vorgegebenen Referenzzustand entladen wird durch Aufnahme der Energie in einem Entladewiderstand,
- abhängig von einem Wert (KG_W) der Kenngröße für den Ladezustand des Festkörperaktuators (18), der korrelierend zu einem Ende der Betriebsphase erfasst wird, und einem vorgegebenen Referenzwert (REF_W) ein Korrekturbezugswert (KOR_BW) ermittelt wird,
- ein Korrekturwertverlauf (KOR_VERL) abhängig von dem Endebezugszeitpunkt (t_END), dem Beginnbezugszeitpunkt (t_BEG) und dem Korrekturbezugswert (KOR_BW) ermittelt wird und
- die erfassten Werte (KG_W) der Kenngröße für den Ladezustand abhängig von dem Korrekturwertverlauf (KOR_VERL) korrigiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem der Korrekturwertverlauf (KOR_VERL) linear ist.

3. Vorrichtung zum Betreiben eines Einspritzventils mit einer Düsennadel (12), die in einer Schließposition ein Zumessen von Fluid unterbindet und ansonsten das Zumessen von Fluid freigibt, und mit einem Festkörperaktuator (18), der dazu ausgebildet ist, auf die Düsennadel (12) einzuwirken und ihre Position zu beeinflussen,
wobei die Vorrichtung dazu ausgebildet ist, für einen Einspritzvorgang
- mit einer vorgegebenen Abtastrate Werte (KG_W) einer Kenngröße für einen Ladezustand des Festkörperaktuators (18) zu erfassen,
- einen Beginnbezugszeitpunkt (t_BEG) zu ermitteln,
- einen Endebezugszeitpunkt (t_END) zu ermitteln und zwar zeitlich korrelierend zu einer Betriebsphase, in der der Festkörperaktuator (18) auf einen vorgegebenen Referenzzustand entladen wird durch Aufnahme der Energie in einem Entladewiderstand,
- abhängig von einem Wert (KG_W) der Kenngröße für den Ladezustand des Festkörperaktuators (18), der korrelierend zu einem Ende der Betriebsphase ermittelt wurde, und einem vorgegebenen Referenzwert (REF_W) einen Korrekturbezugswert (KOR_BW) zu ermitteln,
- einen Korrekturwertverlauf (KOR_VERL) abhängig von dem Endebezugszeitpunkt (t_END), dem Beginnbezugszeitpunkt (t_BEG) und dem Korrekturbezugswert (KOR_BW) zu ermitteln und
- die erfassten Werte (KG_W) der Kenngröße für den Ladezustand abhängig von dem Korrekturwertverlauf (KOR_VERL) zu korrigieren.

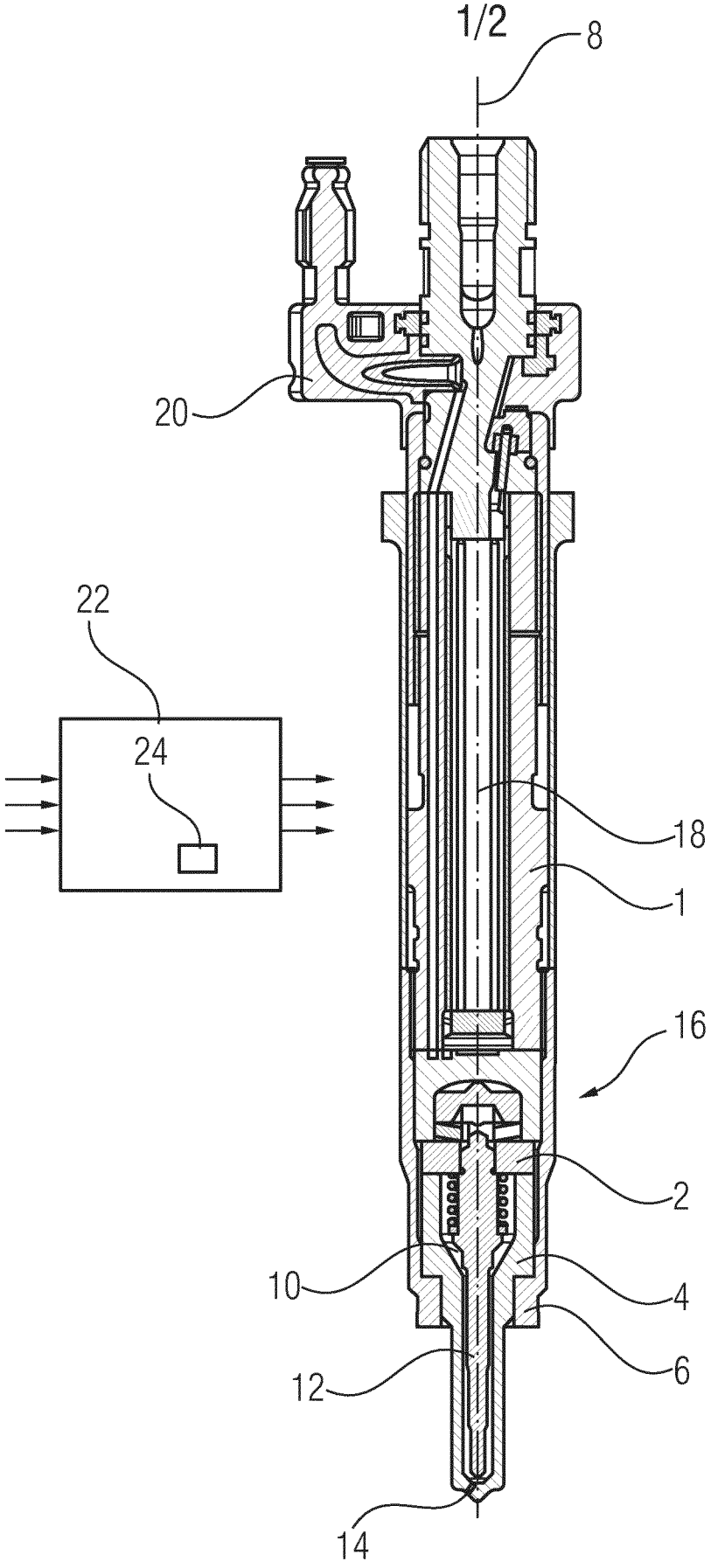


FIG 1

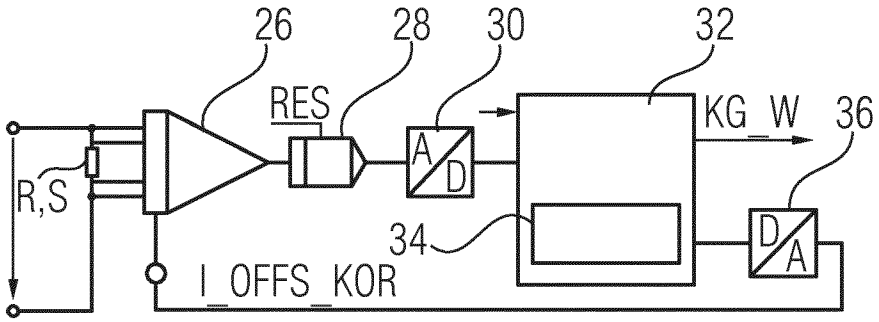


FIG 2

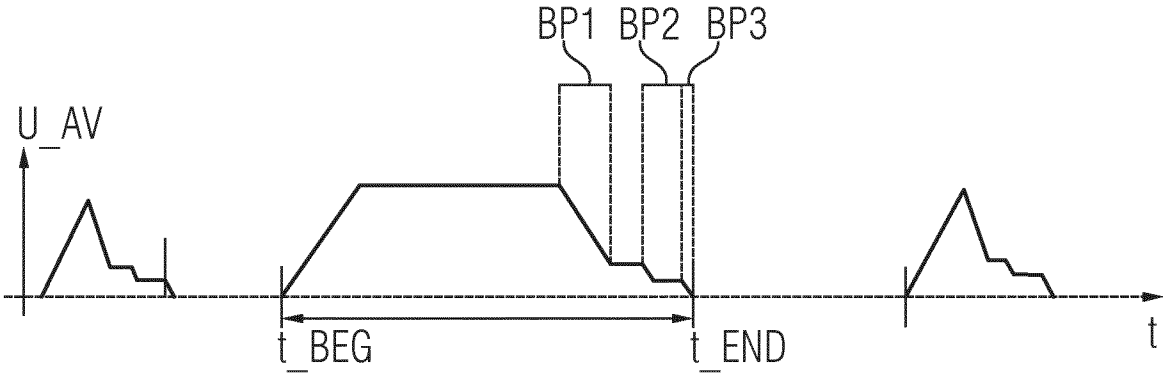


FIG 3

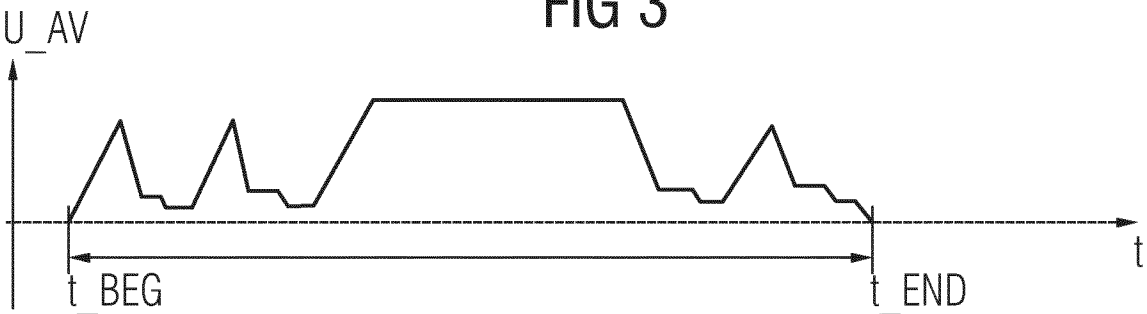


FIG 4

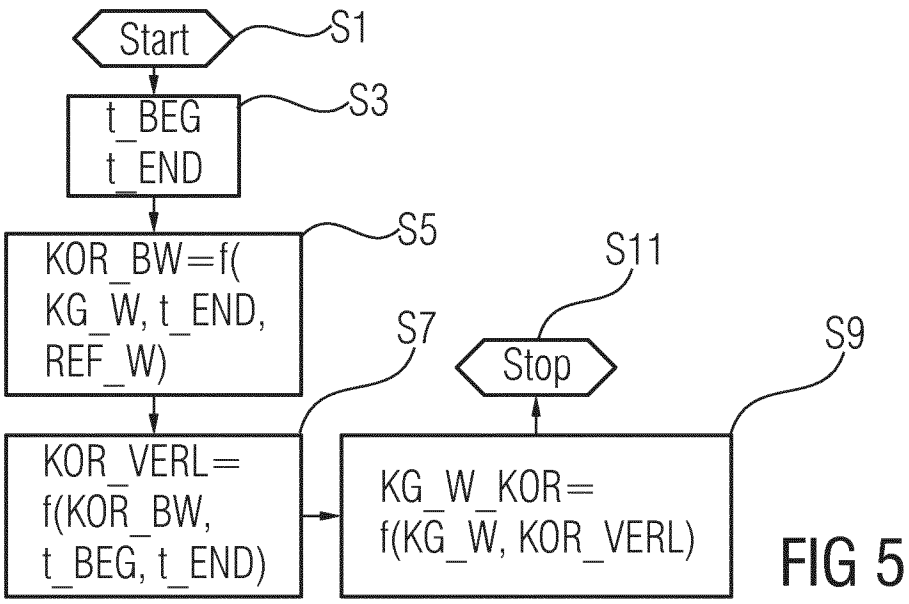


FIG 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/066964

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/20 F02D41/24
ADD. H02N2/06

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 H02N

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.
A	WO 2011/154124 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]; SCHWARTE ANSELM [DE]; RUSSE PETER MA) 15 December 2011 (2011-12-15) the whole document	1-3
A	DE 100 25 579 A1 (SIEMENS AG [DE]) 6 December 2001 (2001-12-06) the whole document	1-3
A	DE 10 2004 016893 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27 October 2005 (2005-10-27) the whole document	1-3
A	EP 1 138 915 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4 October 2001 (2001-10-04) the whole document	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	Date of mailing of the international search report
19 December 2013	08/01/2014

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Ossanna, Luca

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/066964

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2011154124 A1	15-12-2011	CN 103154480 A	12-06-2013
		DE 102010022910 A1	08-12-2011
		KR 20130086034 A	30-07-2013
		US 2013166179 A1	27-06-2013
		WO 2011154124 A1	15-12-2011
DE 10025579 A1	06-12-2001	DE 10025579 A1	06-12-2001
		FR 2809550 A1	30-11-2001
DE 102004016893 A1	27-10-2005	NONE	
EP 1138915 A1	04-10-2001	DE 60023446 D1	01-12-2005
		DE 60023446 T2	18-05-2006
		EP 1138915 A1	04-10-2001
		JP 2002021621 A	23-01-2002
		US 2001027780 A1	11-10-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/066964

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02D41/20 F02D41/24
ADD. H02N2/06

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02D H02N

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.
A	WO 2011/154124 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]; SCHWARTE ANSELM [DE]; RUSSE PETER MA) 15. Dezember 2011 (2011-12-15) das ganze Dokument	1-3
A	DE 100 25 579 A1 (SIEMENS AG [DE]) 6. Dezember 2001 (2001-12-06) das ganze Dokument	1-3
A	DE 10 2004 016893 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27. Oktober 2005 (2005-10-27) das ganze Dokument	1-3
A	EP 1 138 915 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4. Oktober 2001 (2001-10-04) das ganze Dokument	1-3

☐ 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
19. Dezember 2013	08/01/2014

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/066964

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011154124 A1	15-12-2011	CN 103154480 A	12-06-2013
		DE 102010022910 A1	08-12-2011
		KR 20130086034 A	30-07-2013
		US 2013166179 A1	27-06-2013
		WO 2011154124 A1	15-12-2011
DE 10025579 A1	06-12-2001	DE 10025579 A1	06-12-2001
		FR 2809550 A1	30-11-2001
DE 102004016893 A1	27-10-2005	KEINE	
EP 1138915 A1	04-10-2001	DE 60023446 D1	01-12-2005
		DE 60023446 T2	18-05-2006
		EP 1138915 A1	04-10-2001
		JP 2002021621 A	23-01-2002
		US 2001027780 A1	11-10-2001