(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
10. November 2016 (10.11.2016)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/177557 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02D 41/00 (2006.01) *F02D 41/02* (2006.01)
F02M 25/025 (2006.01) *F02D 41/06* (2006.01)
F02B 47/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/058502

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. April 2016 (18.04.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 208 480.9 7. Mai 2015 (07.05.2015) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **BURAK, Ingmar**; Zuffenhaeuser Heide 8, 70437 Stuttgart (DE). **SCHENK, Peter**; Gegen Eich 17/2, 71640 Ludwigsburg (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: WATER INJECTION DEVICE OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND METHOD FOR OPERATING SUCH A WATER INJECTION DEVICE

(54) Bezeichnung : WASSEREINSPRITZVORRICHTUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER SOLCHEN WASSEREINSPRITZVORRICHTUNG

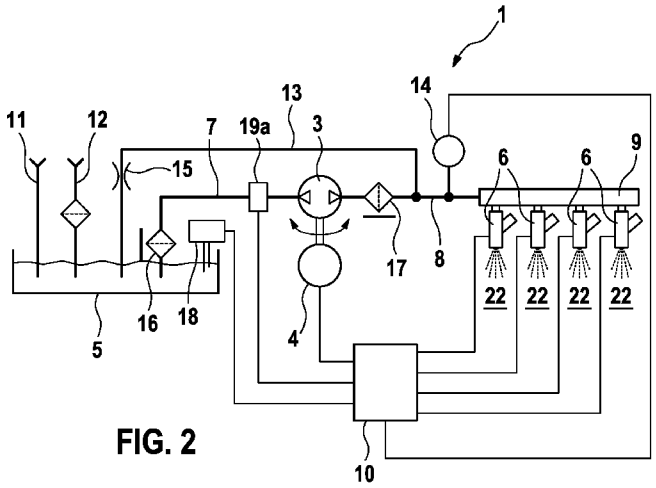


FIG. 2

(57) Abstract: The invention relates to a water injection device of an internal combustion engine (2), comprising a water tank (5) for storage of water, at least one water injector (6), a conveying element (3) for conveying the water, which element is connected by means of an intake line (7) and a return line (13) to the water tank (3), and a first heating element (19a) which is arranged at least partially on the intake line (7). According to the invention the first heating element (19a) is configured to defrost water which is located in the water tank (5) and/or in the intake line (7) and is frozen. Furthermore the conveying element (3) is configured according to the invention to convey the defrosted water in the intake line (7) back into the water tank (5) via the return line (13). A further feature of the invention relates to an internal combustion engine having a water injection device (1) according to the invention and to a method for operating the water injection device (1).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/177557 A1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Wassereinspritzvorrichtung einer Brennkraftmaschine (2), welche einen Wassertank (5) zur Speicherung von Wasser, mindestens einen Wasserinjektor (6), ein Förderelement (3) zum Fördern des Wassers, welches über eine Ansaugleitung (7) und über eine Rücklaufleitung (13) mit dem Wassertank (3) verbunden ist, und ein erstes Heizungselement (19a) umfasst, welches zumindest teilweise an der Ansaugleitung (7) angeordnet ist. Erfindungsgemäße ist das erste Heizungselement (19a) eingerichtet, im Wassertank (5) und/oder in der Ansaugleitung (7) befindliches Wasser, welches gefroren ist, aufzutauen. Ferner ist das Förderelement (3) erfindungsgemäß eingerichtet, das aufgetaute Wasser in der Ansaugleitung (7) über die Rücklaufleitung (13) zurück in den Wassertank (5) zu fördern. Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einer erfindungsgemäßen Wassereinspritzvorrichtung (1) sowie ein Verfahren zum Betreiben der Wassereinspritzvorrichtung (1).

Beschreibung

Titel

Wassereinspritzvorrichtung einer Brennkraftmaschine und Verfahren zum Betreiben einer solchen Wassereinspritzvorrichtung

Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Wassereinspritzvorrichtung einer Brennkraftmaschine sowie eine derartige Brennkraftmaschine. Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Wassereinspritzvorrichtung.

Aufgrund steigender Anforderungen an reduzierte Kohlenstoffdioxidemissionen werden Brennkraftmaschinen zunehmend hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs optimiert. Allerdings können bekannte Brennkraftmaschinen in Betriebspunkten mit hoher Last nicht optimal im Hinblick auf den Verbrauch betrieben werden, da der Betrieb durch Klopfneigung und hohe Abgastemperaturen begrenzt ist. Eine mögliche Maßnahme zur Reduzierung der Klopfneigung und zur Senkung der Abgastemperaturen ist die Einspritzung von Wasser. Hierbei sind üblicherweise separate Wassereinspritzsysteme vorhanden, um die Wassereinspritzung zu ermöglichen. So ist z.B. aus der WO 2014/080266 A1 ein Wassereinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine mit Abgasrückführung bekannt, bei dem das Wasser in den Massenstrom der Abgasrückführung eingespritzt wird.

Ein Problem bei bekannten Wassereinspritzsystemen ist eine mögliche Vereisung von wasserführenden Komponenten des Wassereinspritzsystems. Um das System auch bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes des im Wassereinspritzsystem verwendeten Wassers zu betreiben, wird ein Heizungselement benutzt. Nachteilig an diesem Heizungselement ist, dass sich die Wärme auf einen kleinen Ort um das Heizungselement reduziert. Dies kann ein nicht optimales Auftauen der vereisten Komponenten des Wassereinspritzsystems zur Folge haben. Insbesondere wenn Wasser aufgrund

einer angeforderten Wassereinspritzung aus einem teilweise aufgetauten Wassertank angesaugt wird, kann es zu einem Kontaktverlust des Heizungselements mit dem noch gefrorenen Wasser führen. Dies ist als „Eishöhleneffekt“ bezeichnet. Dadurch ist es möglich, dass nicht genug Wasser zum weiteren Einspritzen zur Verfügung steht, was eine Beeinträchtigung der Funktionsweise der Brennkraftmaschine verursachen kann.

Offenbarung der Erfindung

Die erfindungsgemäße Wassereinspritzvorrichtung einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass ein Auftauen von vereisten Komponenten der Wassereinspritzvorrichtung sicher und schnell erfolgen kann. Weiterhin wird der sogenannte Eishöhlen-Effekt vermieden, was anderenfalls zu einer erheblichen Reduzierung des Wirkungsgrads des Heizungselements führen könnte. Dies wird erfindungsgemäß durch eine Wassereinspritzvorrichtung einer Brennkraftmaschine erreicht, welche einen Wassertank zur Speicherung von Wasser, mindestens einen Wasserinjektor, ein Förderelement zum Fördern des Wassers, welches über eine Ansaugleitung und über eine Rücklaufleitung mit dem Wassertank verbunden ist, und ein erstes Heizungselement umfasst, welches zumindest teilweise an der Ansaugleitung angeordnet ist. Erfindungsgemäß ist das erste Heizungselement eingerichtet, im Wassertank und/oder in der Ansaugleitung befindliches Wasser, welches gefroren ist, aufzutauen, um das aufgetaute Wasser in der Ansaugleitung über die Rücklaufleitung zurück in den Wassertank zu fördern. Durch die Zirkulation des aufgetauten Wassers wird die durch das Heizungselement erzeugte Wärme gleichmäßig im Wassertank verteilt. Somit werden eine frühere Betriebsbereitschaft der Wassereinspritzvorrichtung bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes des Wassers sowie ein sicheres Auftauen der gesamten Wassermenge des Wassertanks in schneller Weise ermöglicht. Dadurch können die Anforderungen an das erste Heizungselement verringert werden, was zu einem kostengünstigen und kompakten Aufbau der Wassereinspritzvorrichtung führt.

Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

Um das Auftauen des gefrorenen Wassers zu unterstützen, weist vorzugsweise die Wassereinspritzvorrichtung ferner ein zweites Heizungselement auf, welches zumindest teilweise an der Rücklaufleitung angeordnet ist. Das zweite Heizungselement ist eingerichtet, das durch das erste Heizungselement aufgetaute Wasser zusätzlich zu erwärmen. Außerdem kann das zweite Heizungselement eingeschaltet werden, wenn auch Wasser, welches sich in der Rücklaufleitung befindet, eingefroren ist. Somit kann das Wasser in der Rücklaufleitung durch die Abwärme des zweiten Heizungselements nebst der im schon aufgetauten Wasser eingetragenen Wärme aufgetaut werden.

Ferner bevorzugt umfasst die Wassereinspritzvorrichtung eine Förderleitung, über welche das Förderelement mit dem Wasserinjektor verbunden ist, und an welcher ein drittes Heizungselement zumindest teilweise angeordnet ist. Das dritte Heizungselement kann unterstützend zu dem ersten Heizungselement und/oder dem zweiten Heizungselement wirken.

Weiter bevorzugt umfasst die Wassereinspritzvorrichtung ein viertes Heizungselement, welches im Wassertank angeordnet ist. Durch das Vorsehen des vierten Heizungselements wird ein schnelleres Auftauen des vereisten Wassertanks erzielt.

Das erste Heizungselement und/oder das zweite Heizungselement und/oder das dritte Heizungselement und/oder das vierte Heizungselement können vorzugsweise als eine Einheit ausgebildet sein.

Besonders bevorzugt weist das erste Heizungselement und/oder das zweite Heizungselement und/oder das dritte Heizungselement und/oder das vierte Heizungselement ein elektrisches Heizungselement und/oder einen hydraulischen Wärmetauscher auf. Ein elektrisches Heizungselement bietet den Vorteil einer einfachen Steuerung. Auf der anderen Seite kann ein hydraulischer Wärmetauscher an die jeweiligen Platz- und Designanforderungen angepasst werden, was zu einer optimalen Wärmeübertragung auf das gefrorene Wasser führt.

Der hydraulische Wärmetauscher ist vorzugsweise eingerichtet, Kühlwasser der Brennkraftmaschine zum Auftauen des gefrorenen Wassers zu benutzen. Somit

kann die Wärme, die im Kühlwasser durch das Abkühlen der Brennkraftmaschine steckt, wiederverwendet werden.

In vorteilhafter Weise ist das Förderelement eingerichtet, in einem nicht optimalen Betriebspunkt des Förderelements betrieben zu werden, um Wärme zu erzeugen. Als nicht optimaler Betriebspunkt ist der Arbeitspunkt zu verstehen, an welchem ein Teil der der elektrischen Leistung in einem Antrieb des Förderelements in Wärme umgewandelt wird.

Wenn das Förderelement als Pumpe ausgebildet ist, ist ein Betrieb der Pumpe bei niedrigerer Drehzahl als der bei einem optimalen Betriebspunkt erwünscht, so dass die erzeugte Wärme des Förderelements auf das Wasser übertragen wird.

Das Förderelement ist weiterhin bevorzugt eingerichtet, bei einer aktiven Wassereinspritzung während des Auftauvorgangs so betrieben zu werden, dass eine Mindestmenge vom aufgetauten Wasser im Wassertank verbleibt. Somit kann das Auftauen des restlichen gefrorenen Wassers ununterbrochen erfolgen, auch wenn eine große Wassereinspritzmenge gefordert wird.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, welche eine erfindungsgemäße Wassereinspritzvorrichtung umfasst. Die in Bezug auf die erfindungsgemäße Wassereinspritzvorrichtung erhaltenen Vorteile bleiben auch hier erhalten.

Insbesondere ist die Brennkraftmaschine eingerichtet, mit Benzin und nach dem Otto-Prinzip betrieben zu werden. Als eine solche Brennkraftmaschine ist die Brennkraftmaschine zu verstehen, bei welcher eine Verbrennung von Benzin bzw. Benzin-Luft-Gemisch durch Fremdzündung in Form einer Zündkerze erfolgt. Da bei einer solchen Brennkraftmaschine der Zündzeitpunkt durch die Fremdzündung genau vorbestimmt ist und durch die Wassereinspritzung die Verbrennung verbessert wird, wird durch die Zirkulation des durch das mindestens eine vorgesehene Heizungselement aufgetauten Wassers in der Wassereinspritzvorrichtung eine ausfallsichere Funktionsweise der Brennkraftmaschine erzielt.

Insbesondere ist die erfindungsgemäße Wassereinspritzvorrichtung in einer Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung und Turboaufladung eingesetzt.

Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Wassereinspritzvorrichtung mit mindestens einem Wasserinjektor, und einem Förderelement zum Fördern des Wassers, welches über eine Ansaugleitung und über eine Rücklaufleitung mit einem Wassertank verbunden ist. Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird im Wassertank und/oder in der Ansaugleitung befindliches Wasser, welches gefroren ist, durch ein erstes Heizungselement aufgetaut. Das aufgetaute Wasser in der Ansaugleitung wird erfindungsgemäß über die Rücklaufleitung zurück in den Wassertank der Wassereinspritzvorrichtung gefördert.

Vorzugsweise wird das Förderelement in einem nicht optimalen Betriebspunkt des Förderelements betrieben, um Wärme zu erzeugen.

Bevorzugt wird das Förderelement bei einer aktiven Wassereinspritzung während des Auftauvorgangs so betrieben, dass eine Mindestmenge vom aufgetauten Wasser im Wassertank verbleibt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung im Detail beschrieben, wobei gleiche bzw. funktional gleiche Teile jeweils mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind. In der Zeichnung ist:

Figur 1	eine stark vereinfachte schematische Ansicht einer Brennkraftmaschine mit einer Wassereinspritzvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,
Figur 2	eine vereinfachte schematische Ansicht der Wassereinspritzvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel,
Figur 3	eine vereinfachte schematische Ansicht der Wassereinspritzvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Figur 4 eine vereinfachte schematische Ansicht der Wassereinspritzvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel, und

Figur 5 eine vereinfachte schematische Ansicht der Wassereinspritzvorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel.

Ausführungsformen der Erfindung

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2 eine Wassereinspritzvorrichtung 1 einer Brennkraftmaschine 2 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung im Detail beschrieben. Insbesondere wird die Brennkraftmaschine 2 nach dem Otto-Prinzip und mit Benzindirekteinspritzung betrieben.

In Figur 1 ist die Brennkraftmaschine 2, welche eine Vielzahl von Zylindern aufweist, sowie ein Teil der erfindungsgemäßen Wassereinspritzvorrichtung 1 schematisch dargestellt. Die Brennkraftmaschine 2 umfasst pro Zylinder einen Brennraum 20, in welchem ein Kolben 21 hin und her bewegbar ist. Ferner weist vorzugsweise die Brennkraftmaschine 2 pro Zylinder zwei Einlassventile 25 mit jeweils einem Einlasskanal 22 auf, über welche Luft zum Brennraum 20 zugeführt wird. Abgas wird über einen Abgaskanal 23 abgeführt. Hierzu ist am Abgaskanal 23 ein Auslassventil 26 angeordnet. Das Bezugszeichen 24 bezeichnet ferner ein Kraftstoffeinspritzventil.

An jedem Einlasskanal 22 ist ferner ein Wasserinjektor 6 angeordnet, welcher über eine Steuereinheit 10 Wasser in den Einlasskanal 22 der Brennkraftmaschine 2 einspritzt. In diesem Ausführungsbeispiel sind zwei Wasserinjektoren 6 pro Zylinder vorgesehen, was zur besseren Aufbereitung oder zur Erhöhung der pro Verbrennungszyklus maximal einspritzbaren Wassermenge führt. Alternativ kann ein Wasserinjektor pro Zylinder angeordnet sein.

In Figur 2 ist die erfindungsgemäße Wassereinspritzvorrichtung 1 im Detail gezeigt. Die Wassereinspritzvorrichtung 1 umfasst ein als Pumpe ausgebildetes

Förderelement 3 und einen elektrischen Antrieb 4 zum Antreiben der Pumpe. Des Weiteren ist ein Wassertank 5 vorgesehen, welcher durch eine Ansaugleitung 7 mit dem Förderelement 3 verbunden ist. Eine Förderleitung 8 verbindet das Förderelement 3 mit einem Verteiler 9 bzw. einem Rail, an welchem eine Vielzahl von Wasserinjektoren 6 angeschlossen ist.

Zum Einspritzen von Wasser in die Einlasskanäle 22 der Brennkraftmaschine 2 wird Wasser aus dem Wassertank 5 durch das Förderelement 3 in die Wasserinjektoren 6 zugeführt. Dafür wird bevorzugt ein Kondensat eines nicht gezeigten Verdampfers einer Klimaanlage verwendet, wozu die erfindungsgemäße Wassereinspritzvorrichtung 1 eine Zulaufleitung 11 aufweist.

Alternativ oder zusätzlich zum Kondensat kann deionisiertes Wasser über eine Nachfüllleitung 12 in den Wassertank 5 gefördert werden. In der Nachfüllleitung 12 kann optional ein Sieb vorgesehen sein. Ferner sind ein Vorfilter 16 in der ersten Leitung 7 und ein Feinfilter 17 in der Förderleitung 8 angeordnet, welche optional beheizt werden können.

Wird nun über die Steuereinheit 10, welche bevorzugt als die Steuereinheit der Brennkraftmaschine 2 ausgebildet ist, eine Wassereinspritzung unter normalen Umgebungstemperaturen angefordert, so wird mittels des Förderelements 3 Wasser aus dem Wassertank 5 angesaugt. Zum Einstellen des gewünschten Systemdrucks im Verteiler 9 ist ein Druckregler 15 in der Form einer Blende in einer Rücklaufleitung 13 angeordnet, welche die Förderleitung 8 mit dem Wassertank 5 verbindet. Nach einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung kann anstatt einer Blende ein Rückschlagventil als der Druckregler 15 benutzt werden. Zur Druckregelung ist ferner ein Drucksensor 14 in der Förderleitung 8 vorgesehen.

Wenn allerdings die Wassereinspritzvorrichtung 1 bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes des Wassers der Wassereinspritzvorrichtung 1 benutzt wird, kann es zu einer Vereisung des Wassertanks 5 und/oder der Ansaugleitung 7 führen. Dieser Bereich der Wassereinspritzvorrichtung 1 kann empfindlich sein, auch wenn die Brennkraftmaschine 1 im Betrieb ist, da dieser Bereich vom Brennraum 22 entfernt sein kann. Um eine Vereisung des Wassertanks 5 und/oder der Ansaugleitung 7 zu erkennen, kann z.B. ein Temperatur- bzw. Füllstandsensor 18 benutzt werden.

Zum Auftauen des gefrorenen Wasser ist ein erstes Heizungselement 19a in der Ansaugleitung 7 angeordnet. Das erste Heizungselement 19a ist eingerichtet, das im Wassertank 5 und/oder in der Ansaugleitung 7 befindliches Wasser, welches gefroren ist, aufzutauen.

Das Förderelement 3 ist ferner eingerichtet, das aufgetaute Wasser in der Ansaugleitung 7 und/oder dem Wassertank 5 über die Rücklaufleitung 13 zurück in den Wassertank 5 zu fördern.

Das erste Heizungselement 19a kann als ein elektrisches Heizungselement wie z.B. ein elektrischer Widerstand und/oder als ein hydraulischer Wärmetauscher ausgebildet sein. Hierbei kann der hydraulische Wärmetauscher eingerichtet sein, Kühlwasser der Brennkraftmaschine 2 zum Auftauen des gefrorenen Wassers zu benutzen.

Für eine möglichst frühe Betriebsbereitschaft der Wassereinspritzvorrichtung 1 wird zunächst ein kleiner Teil des Wassers im Wassertank 5 und/oder in der Ansaugleitung 7 des Förderelements 3 aufgetaut. Sobald dieses Wasservolumen aufgetaut ist, wird das Förderelement 3 bei noch inaktiver Wassereinspritzung, d.h. bei geschlossenen Wasserinjektoren 6, eingeschaltet. Das aufgetaute Wasser wird dann über die Rücklaufleitung 13 über den Druckregler 15 zum Wassertank 5 zugeführt.

Es findet somit eine Zirkulation des aufgetauten Wassers statt, wodurch die im Wasser steckende Wärme gleichmäßig im Wassertank 5 verteilt wird. Dadurch kann die Enteisung des Wassertanks 5 fortfahren, wenn er noch nicht vollständig aufgetaut ist. Somit steht bei der nächsten Zirkulation eine größere Wassermenge zur Verfügung, welche sich bei ansteigender Anzahl von Zirkulationsvorgängen zunimmt. Dies hat ein sehr schnelles Auftauen des gefrorenen Wassers zur Folge.

Um den Effekt der Erwärmung durch Zirkulation zu verstärken, kann das Förderelement 3 in einem nicht optimalen Betriebspunkt betrieben werden. Vorzugsweise kann das Förderelement 3 bewusst in einem Drehzahlbereich betrieben werden, in welchem sich die Wärmeverluste des Förderelements 3 erhöhen. Das heißt, dass der Wirkungsgrad des Förderelements 3 an dem nicht

optimalen Betriebspunkt nicht maximal ist. Dies führt zu einer weiteren Erwärmung des zirkulierenden Wassers, was das Auftauen des noch gefrorenen Wasser erleichtert.

Wird aufgrund der Fahrtbedingungen während dieses optimierten Auftauverfahrens eine Wassereinspritzung durch die Brennkraftmaschine 2 angefordert, so wird zunächst eine Wassereinspritzmenge zugelassen, so dass genug aufgetautes Wasser noch im teilweise vereisten Wassertank 5 verbleibt. Somit kann der Auftauvorgang ununterbrochen erfolgen.

Falls die zugelassene Wassereinspritzmenge für die verbrennungsrelevante Einspritzung nicht ausreicht, d.h., wenn die zum Einspritzen verfügbare Wassereinspritzmenge kleiner als eine minimale Wassereinspritzmenge ist, welche für die Verbrennung benötigt ist, wird die Leistung der Brennkraftmaschine 2 reduziert. Somit können Problemen beim Betrieb der Brennkraftmaschine 2, wie z.B. Klopfen, aufgrund der reduzierten Wassereinspritzmenge vermieden werden.

Sobald sichergestellt wird, dass die im Wassertank 5 verbliebene aufgetaute Wassermenge genug ist, um das Auftauverfahren fortzusetzen, auch wenn die von der Brennkraftmaschine 2 benötigte Wassereinspritzmenge eingespritzt wird, wird diese Wassereinspritzmenge tatsächlich freigegeben.

Durch die Zirkulation des durch das erste Heizungselement 19a aufgetauten Wassers wird die erzeugte Wärme optimal im Wassertank 5 verteilt. Somit kann über die erfindungsgemäße Wassereinspritzvorrichtung 1 das Auftauen des gefrorenen Wassers im Wassertank 5 sowie in der Ansaugleitung 7 schneller erfolgen. Die Wassereinspritzvorrichtung 1 ist dadurch früher betriebsbereit.

Um das Auftauen des gefrorenen Wassers zu unterstützen, kann die Wassereinspritzvorrichtung 1 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel (Figur 3) ferner ein zweites Heizungselement 19b aufweisen. Das zweite Heizungselement 19b ist an der Rücklaufleitung 13 angeordnet. Somit kann das schon aufgetaute Wasser während dessen Zirkulation weiter erhitzt werden, um mehr Wärme in den Wassertank 5 einzuleiten.

Das zweite Heizungselement 19b kann auch behilflich sein, wenn die Rücklaufleitung 13 vollständig oder teilweise vereist ist.

Die Figur 4 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Das dritte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom zweiten Ausführungsbeispiel grundsätzlich dadurch, dass ein drittes Heizungselement 19c in der Förderleitung 8 angeordnet ist. Somit kann mehr Wärme auf das aufgetaute Wasser übertragen werden. Vorzugsweise ist das dritte Heizungselement 19c vor der Rücklaufleitung 13 in Förderrichtung des Wassers angeordnet.

Wie aus der Figur 5 ersichtlich ist, weist die Wassereinspritzvorrichtung 1 gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ein viertes Heizungselement 19d auf.

Das vierte Heizungselement 19d ist innerhalb des Wassertanks 5 angeordnet, auf. Durch das Vorsehen eines vierten Heizungselements kann das gefrorene Wasser im Wassertank 5 schneller aufgetaut werden. Somit kann die Wassereinspritzvorrichtung 1 früher betriebsbereit sein.

Es sei angemerkt, dass die Heizungselemente 19a, 19b, 19c und 19d eine Heizungseinheit bilden können. Insbesondere wenn die Heizungselemente 19a, 19b, 19c und 19d als hydraulische Wärmetauscher ausgebildet sind, kann die Übertragung der Wärme auf das Wasser in einem Einheitskreislauf erfolgen.

Ferner können die Heizungselemente 19a, 19b, 19c und 19d auch als die Heizung der beheizten Filterelemente 16 und 17 dienen.

Ansprüche

1. Wassereinspritzvorrichtung einer Brennkraftmaschine (2), umfassend:
   - einen Wassertank (5) zur Speicherung von Wasser,
   - mindestens einen Wasserinjektor (6),
   - ein Förderelement (3) zum Fördern des Wassers, welches über eine Ansaugleitung (7) und über eine Rücklaufleitung (13) mit dem Wassertank (5) verbunden ist, und
   - ein erstes Heizungselement (19a), welches zumindest teilweise an der Ansaugleitung (7) angeordnet ist,
   - wobei das erste Heizungselement (19a) eingerichtet ist, im Wassertank (5) und/oder in der Ansaugleitung (7) befindliches Wasser, welches gefroren ist, aufzutauen, und
   - wobei das Förderelement (3) eingerichtet ist, das aufgetaute Wasser in der Ansaugleitung (7) über die Rücklaufleitung (13) zurück in den Wassertank (5) zu fördern.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, ferner umfassend ein zweites Heizungselement (19b), welches zumindest teilweise an der Rücklaufleitung (13) angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend eine Förderleitung (8), über welche das Förderelement (3) mit dem Wasserinjektor (6) verbunden ist, und an welcher ein drittes Heizungselement (19c) zumindest teilweise angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend ein viertes Heizungselement (19d), welches im Wassertank (5) angeordnet ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das erste Heizungselement (19a) und/oder das zweite Heizungselement (19b) und/oder das dritte Heizungselement (19c) und/oder das vierte

Heizungselement (19d) ein elektrisches Heizungselement und/oder einen hydraulischen Wärmetauscher aufweisen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei der hydraulische Wärmetauscher eingerichtet ist, Kühlwasser der Brennkraftmaschine (2) zum Auftauen des gefrorenen Wassers zu benutzen.

7. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Förderelement (3) eingerichtet ist, in einem nicht optimalen Betriebspunkt des Förderelements (3) betrieben zu werden, um Wärme zu erzeugen.

8. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Förderelement (3) eingerichtet ist, bei einer aktiven Wassereinspritzung während des Auftauvorgangs so betrieben zu werden, dass eine Mindestmenge vom aufgetauten Wasser im Wassertank (5) verbleibt.

9. Brennkraftmaschine, umfassend eine Wassereinspritzvorrichtung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche.

10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9, welche eingerichtet ist, mit Benzin und nach dem Otto-Prinzip betrieben zu werden.

11. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9 oder 10, welche eingerichtet ist, mit reduzierter Leistung betrieben zu werden, wenn eine reduzierte zum Einspritzen verfügbare Wassermenge kleiner als eine minimale Wassereinspritzmenge ist.

12. Verfahren zum Betreiben einer Wassereinspritzvorrichtung (1) mit mindestens einem Wasserinjektor (6) und einem Förderelement zum Fördern des Wassers, welches über eine Ansaugleitung (7) und über eine Rücklaufleitung (13) mit einem Wassertank (5) verbunden ist,
wobei im Wassertank (5) und/oder in der Ansaugleitung (7) befindliches Wasser, welches gefroren ist, durch ein erstes Heizungselement (19a) aufgetaut wird, und das aufgetaute Wasser in der Ansaugleitung (7) über die Rücklaufleitung (13) zurück in den Wassertank (5) gefördert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Förderelement (3) in einem nicht optimalen Betriebspunkt des Förderelements (3) betrieben wird, um Wärme zu erzeugen.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, wobei das Förderelement (3) bei einer aktiven Wassereinspritzung während des Auftauvorgangs so betrieben wird, dass eine Mindestmenge vom aufgetauten Wasser im Wassertank (5) verbleibt.

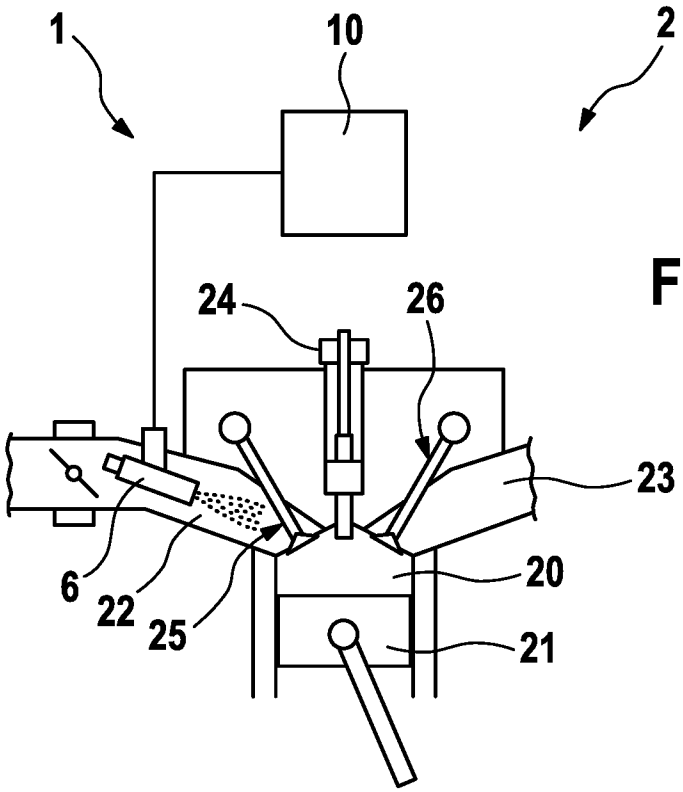

1
10
2
24
26
23
6
22
25
20
21

FIG. 1

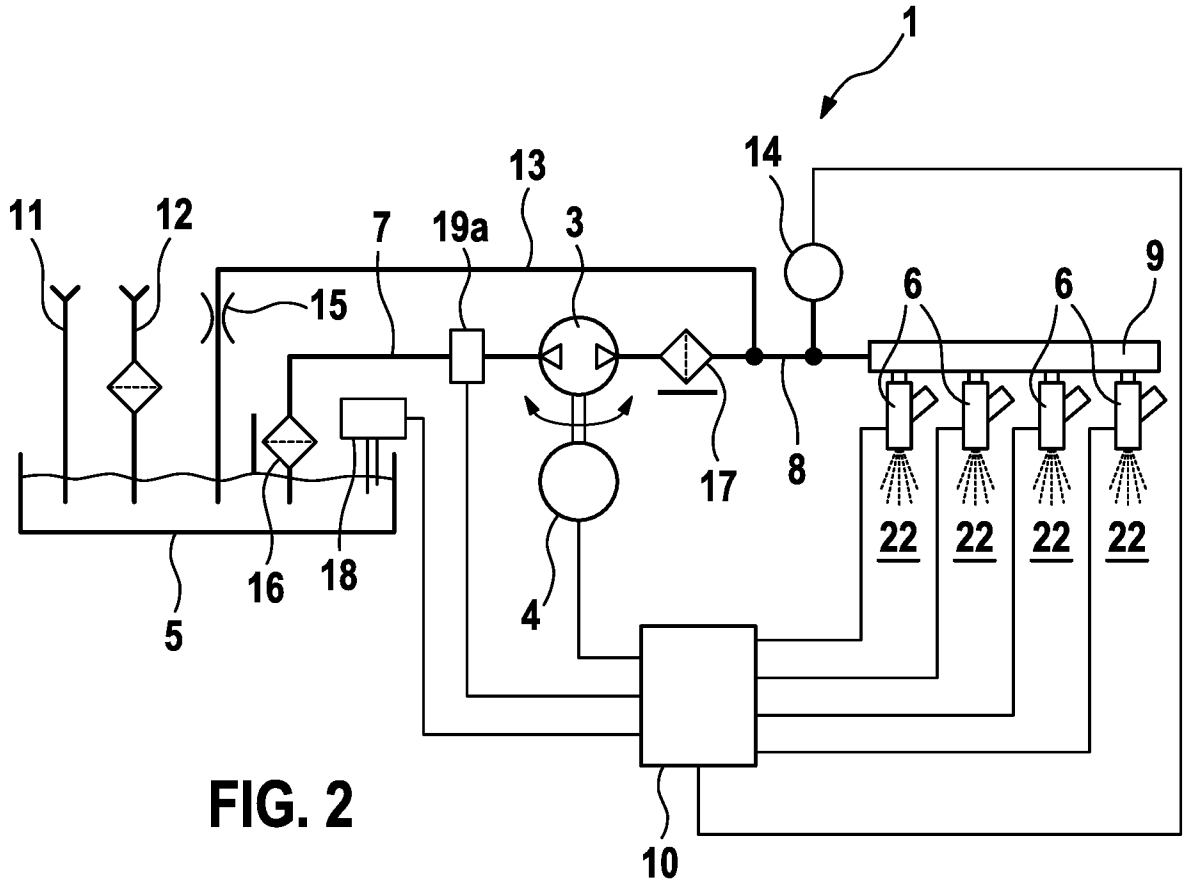

1
14
13
11
12
7
19a
3
9
6
6
15
17
8
22
22
22
22
16
18
5
4
10

FIG. 2

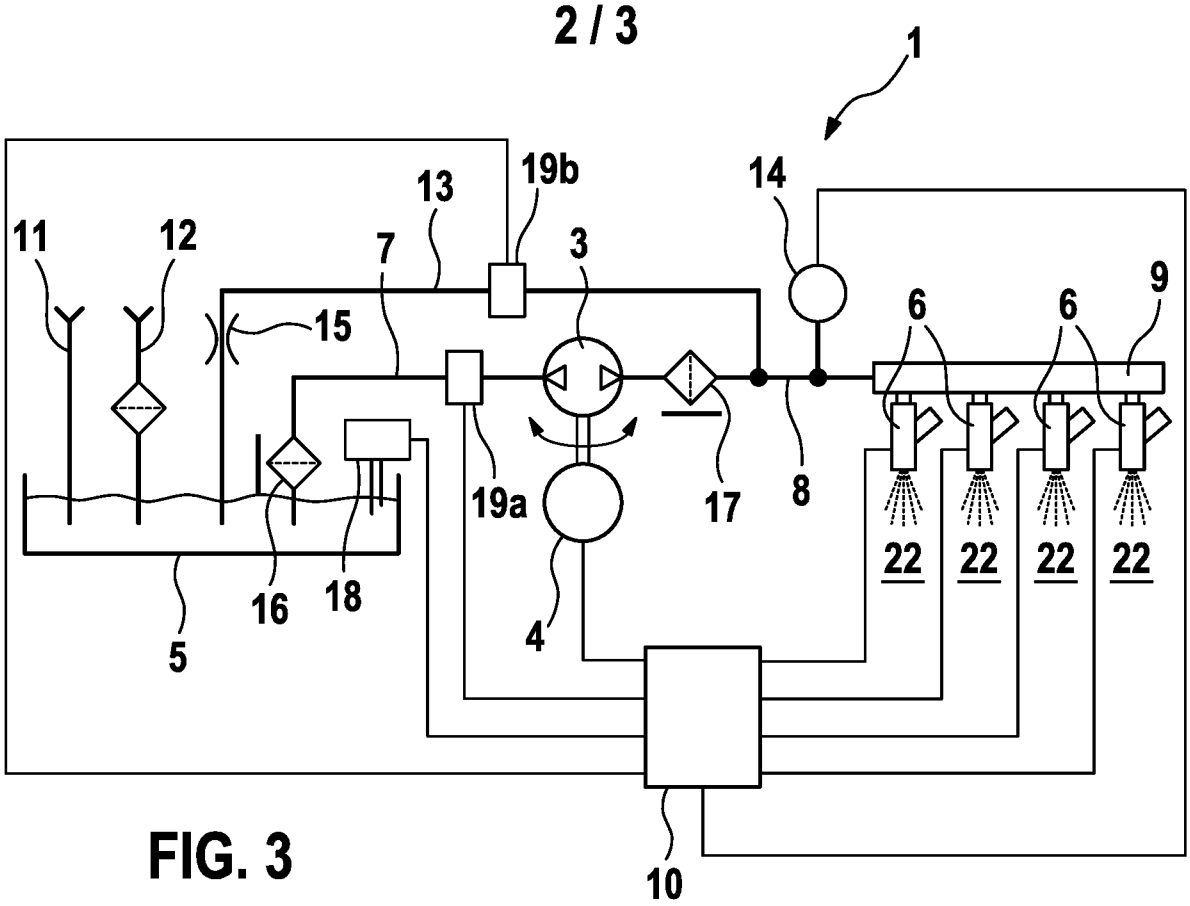

1
11
12
13
19b
14
7
3
15
6
6
9
19a
17
8
22
22
22
22
16
18
4
5
10

FIG. 3

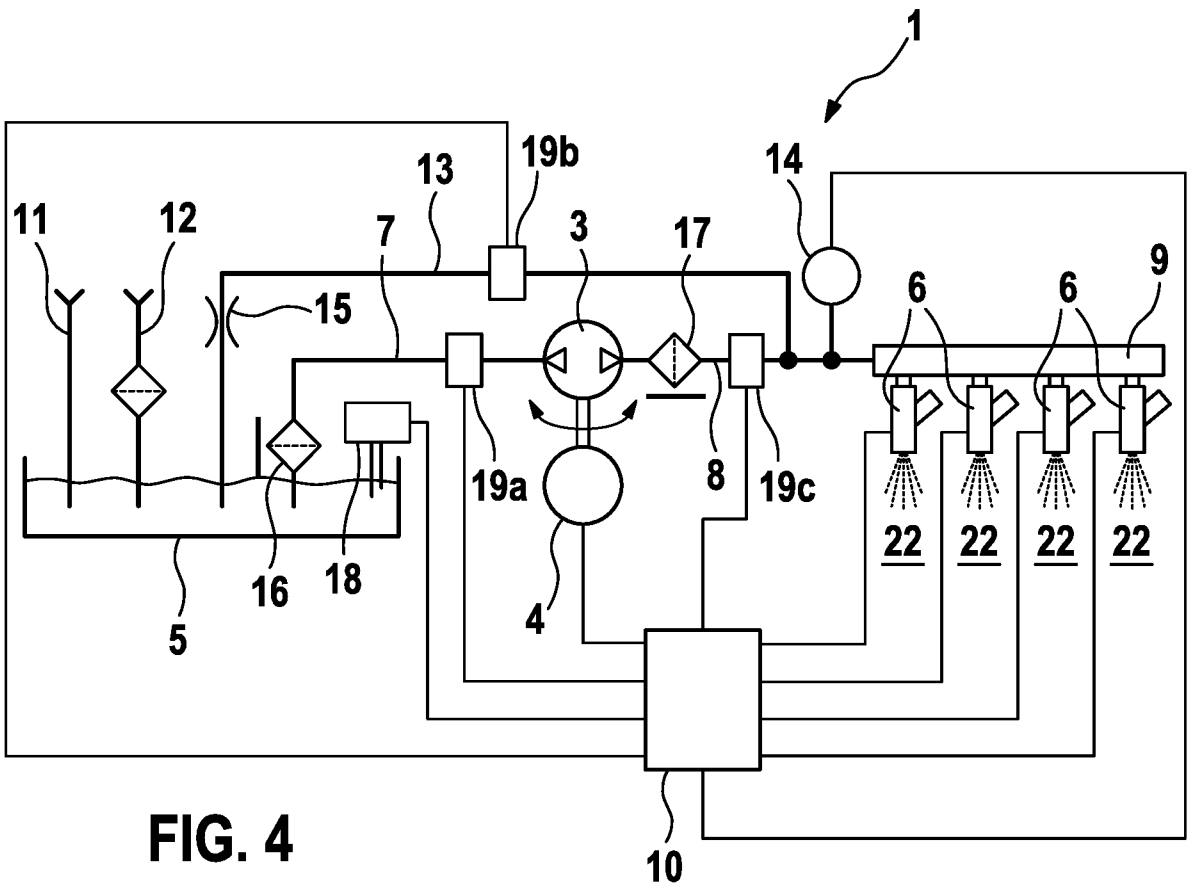

1
11
12
13
19b
14
7
3
17
15
6
6
9
19a
8
19c
22
22
22
22
16
18
4
5
10

FIG. 4

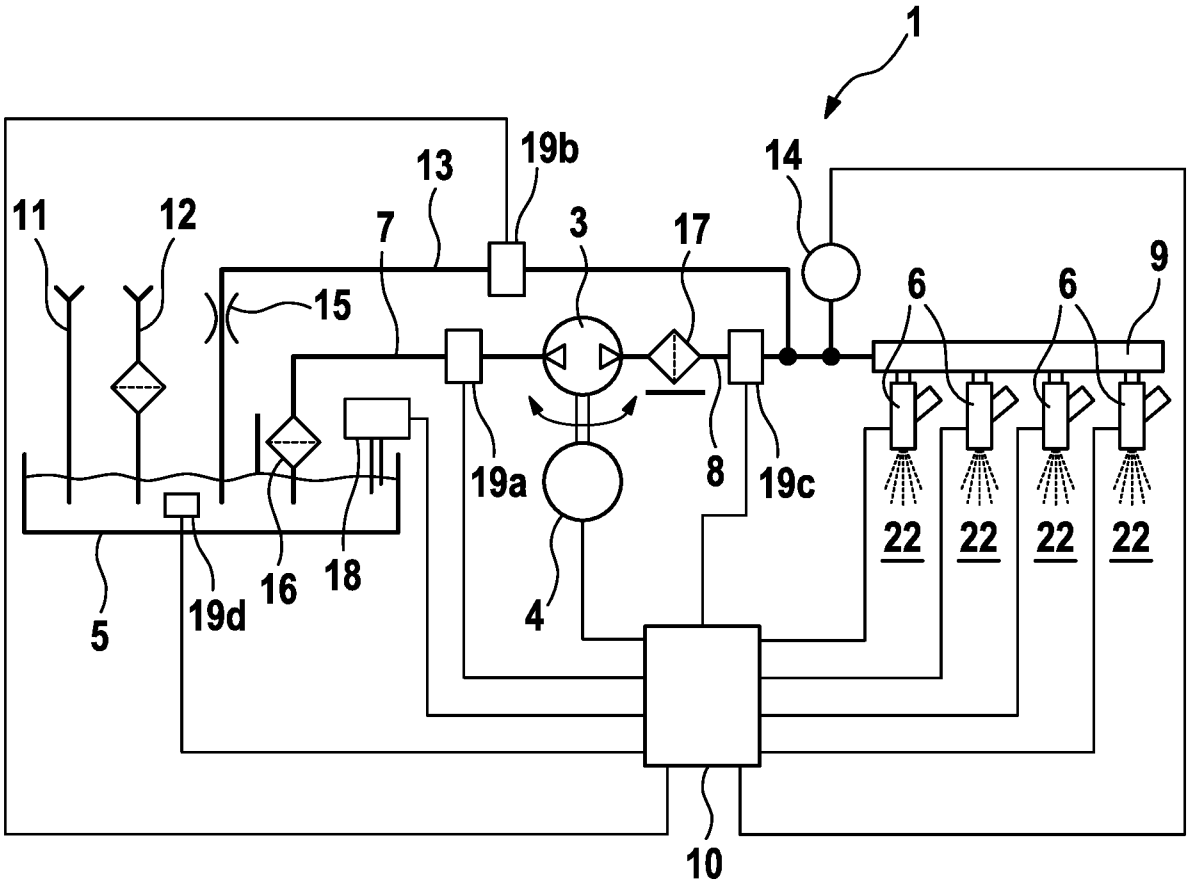


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/058502

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/00 F02M25/025 F02B47/02
ADD. F02D41/02 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 F02M F01N F02B

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	US 2012/020857 A1 (ISADA RAYMOND UPANO [US] ET AL) 26 January 2012 (2012-01-26) paragraphs [0019], [0029], [0030]	1-9, 12-14
Y	WO 2006/136306 A1 (EICHENAUER HEIZELEMENTE GMBH [DE]; STARCK ROLAND [DE]; FLICK FRANZ [DE) 28 December 2006 (2006-12-28) page 12, lines 15-34 claims 1,2	1-5,8-14
Y	DE 10 2009 014795 A1 (DAIMLER AG [DE]) 30 September 2010 (2010-09-30) paragraph [0016]	1-5,8-14
A	WO 03/089776 A1 (MARIOFF CORP OY [FI]; SUNDHOLM GOERAN [FI]) 30 October 2003 (2003-10-30) page 9, line 19 - page 10, line 18	1-14

☐ 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
5 July 2016	14/07/2016

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	Röttger, Klaus

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2016/058502

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012020857 A1	26-01-2012	CN 103097679 A	08-05-2013
		DE 112011102418 T5	16-05-2013
		US 2012020857 A1	26-01-2012
		WO 2012012506 A2	26-01-2012
WO 2006136306 A1	28-12-2006	AT 536469 T	15-12-2011
		EP 1893852 A1	05-03-2008
		KR 20080030618 A	04-04-2008
		US 2010064670 A1	18-03-2010
		WO 2006136306 A1	28-12-2006
DE 102009014795 A1	30-09-2010	NONE	
WO 03089776 A1	30-10-2003	AT 412115 T	15-11-2008
		AU 2003226852 A1	03-11-2003
		EP 1497552 A1	19-01-2005
		ES 2315521 T3	01-04-2009
		FI 20020754 A	20-10-2003
		US 2005211195 A1	29-09-2005
		WO 03089776 A1	30-10-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/058502

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02D41/00 F02M25/025 F02B47/02
ADD. F02D41/02 F02D41/06

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02D F02M F01N F02B

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	US 2012/020857 A1 (ISADA RAYMOND UPANO [US] ET AL) 26. Januar 2012 (2012-01-26) Absätze [0019], [0029], [0030]	1-9, 12-14
Y	WO 2006/136306 A1 (EICHENAUER HEIZELEMENTE GMBH [DE]; STARCK ROLAND [DE]; FLICK FRANZ [DE]) 28. Dezember 2006 (2006-12-28) Seite 12, Zeilen 15-34 Ansprüche 1,2	1-5,8-14
Y	DE 10 2009 014795 A1 (DAIMLER AG [DE]) 30. September 2010 (2010-09-30) Absatz [0016]	1-5,8-14
A	WO 03/089776 A1 (MARIOFF CORP OY [FI]; SUNDHOLM GOERAN [FI]) 30. Oktober 2003 (2003-10-30) Seite 9, Zeile 19 - Seite 10, Zeile 18	1-14

☐ 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
5. Juli 2016	14/07/2016

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	Röttger, Klaus

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/058502

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2012020857 A1	26-01-2012	CN 103097679 A	08-05-2013
		DE 112011102418 T5	16-05-2013
		US 2012020857 A1	26-01-2012
		WO 2012012506 A2	26-01-2012
WO 2006136306 A1	28-12-2006	AT 536469 T	15-12-2011
		EP 1893852 A1	05-03-2008
		KR 20080030618 A	04-04-2008
		US 2010064670 A1	18-03-2010
		WO 2006136306 A1	28-12-2006
DE 102009014795 A1	30-09-2010	KEINE	
WO 03089776 A1	30-10-2003	AT 412115 T	15-11-2008
		AU 2003226852 A1	03-11-2003
		EP 1497552 A1	19-01-2005
		ES 2315521 T3	01-04-2009
		FI 20020754 A	20-10-2003
		US 2005211195 A1	29-09-2005
		WO 03089776 A1	30-10-2003