

(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
19. Oktober 2017 (19.10.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/178537 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F01K 23/06 (2006.01) *F01K 3/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/058805
- (22) Internationales Anmeldedatum:
12. April 2017 (12.04.2017)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2016 206 100.3
12. April 2016 (12.04.2016) DE
10 2016 215 836.8
23. August 2016 (23.08.2016) DE
- (71) Anmelder: MAHLE INTERNATIONAL GMBH
[DE/DE]; Pragstraße 26-46, 70376 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder: BUCHER, Michael; Mehringdamm 63, 10961 Berlin (DE). CLEMENS, Herbert; Nußhägerstr. 39, 13505 Berlin (DE). HÖTGER, Michael; Herulerweg 16, 13595 Berlin (DE).
- (74) Anwalt: BRP RENAUD UND PARTNER MBB;
Königstraße 28, 70173 Stuttgart (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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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: DEVICE AND METHOD FOR RECOVERING ENERGY

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ENERGIERÜCKGEWINNUNG

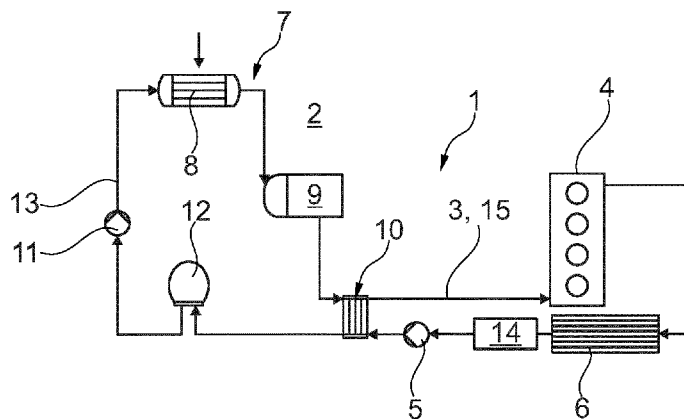


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a device (1) for recovering energy in a motor vehicle (2), comprising - an internal combustion engine (4) which is incorporated into a cooling circuit (3), wherein a first coolant pump (5) and a cooler (6) are arranged in the cooling circuit (3), and - a waste heat usage system (7) with an evaporator (8), an expander (9), a condenser (10), and a pump (11). It is essential to the invention that - the cooling circuit (3) has solely one main branch (15) or a main branch (15) and an auxiliary branch (16), said condenser (10) of the waste heat usage system (7) being incorporated into the main branch (15) or the auxiliary branch (16), and - a latent heat store (14) is arranged in the cooling circuit (3) upstream of the condenser (10).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/178537 A1



Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Energierückgewinnung in einem Kraftfahrzeug (2) mit - einer in einen Kühlkreislauf (3) eingebundenen Brennkraftmaschine (4), wobei in dem Kühlkreislauf (3) eine erste Kühlmittelpumpe (5) und ein Kühler (6) angeordnet sind, - einem Abwärmenutzungssystem (7) mit einem Verdampfer (8), einem Expander (9), einem Kondensator (10) und einer Pumpe (11). Erfindungswesentlich ist dabei, - dass der Kühlkreislauf (3) ausschließlich einen Hauptzweig (15) oder einen Hauptzweig (15) und einen Nebenzweig (16) aufweist, wobei der Kondensator (10) des Abwärmenutzungssystems (7) in den Hauptzweig (15) oder in den Nebenzweig (16) eingebunden ist, - dass in dem Kühlkreislauf (3) stromauf des Kondensators (10) ein Latentwärmespeicher (14) angeordnet ist.

Vorrichtung und Verfahren zur Energierückgewinnung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Energierückgewinnung in einem Kraftfahrzeug mit einer in einem Kühlkreislauf eingebundenen Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Abwärmenutzung einer Brennkraftmaschine mit einer solchen Vorrichtung.

Aus der DE 10 2012 222 082 A1 ist eine gattungsgemäße Vorrichtung zur Energierückgewinnung in einem Kraftfahrzeug mit einer in einen Kühlkreislauf eingebundenen Brennkraftmaschine bekannt, wobei in diesem Kühlkreislauf zusätzlich eine Kühlmittelpumpe und ein Kühler angeordnet sind. Ebenfalls vorgesehen ist ein Abwärmenutzungssystem mit einem Verdampfer, einem Expander, bspw. einer Turbine, einem Kondensator und einer Pumpe.

Aus der DE 10 2010 042 401 A1 sind eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Abwärmenutzung einer Brennkraftmaschine bekannt, wobei in einem Leitungskreis, in dem ein Arbeitsmedium zirkuliert, eine Speisepumpe, ein Wärmeübertrager, eine Expansionsmaschine und ein Kondensator angeordnet sind. Im Leitungskreis ist weiterhin ein Dampfspeicher zur Speicherung des dampfförmigen Arbeitsmediums angeordnet.

Aus der DE 10 2014 002 678 A1 ist eine Vorrichtung zur Speicherung von Energie in Lauge zum Zwecke der Qualifizierung von regenerativer Energie, insbesondere aus Windkraft oder Photovoltaikanlagen, für die bedarfsgerechte Versorgung von Abnehmern bekannt.

Um möglichst viel Abwärme bei Brennkraftmaschinen in Kraftfahrzeugen nutzen zu können, werden so genannte Latentwärmespeicher eingesetzt, die in einen so genannten Waste Heat Recovery-Kreislauf (Abwärmenutzungskreislauf) integriert werden. Diese Latentwärmespeicher speichern dabei überschüssige Energie, die meistens von den heißen Verbrennungsabgasen der Brennkraftmaschine abgegeben wird. Bei geringerer Energieausbeute, das heißt bei geringerer Last der Brennkraftmaschine, wird nun die in dem Latentwärmespeicher gespeicherte Energie abgegeben, um den Expander im Abwärmenutzungskreislauf möglichst lange im idealen Zustand betreiben zu können.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich nun mit dem Problem, für eine Vorrichtung der gattungsgemäßen Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, welche insbesondere eine erhöhte Funktionalität aufweist.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, erstmals einen Latentwärmespeicher zum idealen Betrieb eines Abwärmenutzungssystems (Waste Heat Recovery System) direkt in einen Hauptzweig oder indirekt in einen Nebenzweig eines Kühlkreislauf einer Brennkraftmaschine zu integrieren und nicht wie bisher in einen Kreislauf des Waste Heat Recovery-Systems (WHR-Systems), so dass mit dem Latentwärmespeicher auch das Kühlmittel für die Brennkraftmaschine temperiert werden kann, was insbesondere bei einem Kaltstart der Brennkraftmaschine noch im Latentwärmespeicher vorhandener Energie zu einer schnelleren Aufheizung der Brennkraftmaschine und dadurch zu einer geringeren Schadstoffemission führt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Energierückgewinnung in einem Kraftfahrzeug besitzt dabei den zuvor erwähnten

Kühlkreislauf, in welchen die Brennkraftmaschine eingebunden ist, wobei in dem Kühlkreislauf eine erste Kühlmittelpumpe und ein (Kühlmittel-)Kühler angeordnet sind. Ebenfalls umfasst die Vorrichtung das zuvor erwähnte Abwärmenutzungssystem mit einem Verdampfer, einem Expander, einem Kondensator und einer Pumpe. Erfindungsgemäß weist nun der Kühlkreislauf ausschließlich einen Hauptzweig oder zusätzlich noch einen Nebenzweig auf, wobei der Kondensator des Abwärmenutzungssystems in den Hauptzweig oder in den Nebenzweig eingebunden ist und wobei stromauf des Kondensators im Hauptzweig oder in Nebenzweig des Kühlkreislaufs zudem erfindungsgemäß der zuvor erwähnte Latentwärmespeicher angeordnet ist. Dabei ist der Latentwärmespeicher vorzugsweise derart ausgeführt, dass er bei Erreichen einer vordefinierten Temperatur des Kühlmittels, dem vom Kühler kommenden Kühlmittel Energie entzieht, bis der Latentwärmespeicher voll ist. Hierdurch wird zusätzlich auch die Temperatur des Kühlmittels begrenzt, so dass der Kondensator im Abwärmenutzungssystem in einem für den Expander idealen Temperaturbereich betrieben werden kann. Sinkt die Kühlmitteltemperatur wieder ab, bspw. durch eine geringere Last an der Brennkraftmaschine oder eine verbesserte Kühlung im Kühler, kann der Latentwärmespeicher Energie wieder abgeben, um das Kühlmittel aufzuheizen und darüber auch das Arbeitsmedium des Abwärmenutzungssystems in den ausgelegten idealen Bereich für den Kondensator zu bringen. Mit dem erfindungsgemäß in einem Hauptzweig oder einem Nebenzweig des Kühlkreislaufs angeordneten Latentwärmespeicher ist es somit möglich, nicht nur das Abwärmenutzungssystem (WHR-System) in einem optimalen Temperaturbereich zu halten, sondern ebenso die Kühlmitteltemperatur der Brennkraftmaschine, wodurch die erfindungsgemäße Vorrichtung im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen eine deutlich höhere Funktionalität aufweist.

Ist der Latentwärmespeicher in einem Nebenzweig des Kühlkreislaufs angeordnet, so besteht die Möglichkeit, diesen bedarfsgerecht zuzuschalten oder abzuschalten, indem der Nebenzweig über beispielsweise eine zweite Kühlmittelpumpe mit Kühlmittel durchströmt wird oder nicht. Rein theoretisch würde selbstverständlich auch ein Ventil zum Zu- oder Abschalten des Nebenzweigs ausreichen. Bei der Ausführungsform mit Nebenzweig wird nur ein Teilstrom des Kühlmittels abgezweigt. Die Nebenstromvariante bietet dabei Vorteile, da nicht der komplette Kühlmittelstrom immer über den Latentwärmespeicher geleitet werden muss. So kann vorteilhaft nur immer die benötigte Menge an Kühlmittel abgezapft und zum Latentwärmespeicher geführt werden.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung weist der Latentwärmespeicher Salzhydrat oder eine Mischung aus Salzhydraten als Speichermedium auf. Mittels derartiger Salzhydrate sind insbesondere höhere und auch genau einstellbare Phasenwechseltemperaturen möglich, wobei hierzu bspw. Glaubersalze oder Natriumacetate verwendet werden. Durch eine Mischung der einzelnen Salzhydrate ist es insbesondere möglich, die Temperatur, bei welcher der Latentwärmespeicher Wärme speichert bzw. abgibt, das heißt die Phasenwechseltemperatur, optimal auf den Kondensator bzw. den Expander des Abwärmenutzungssystem (Waste Heat Recovery System) abzustimmen und dadurch zu optimieren. Selbstverständlich können anstelle von Salzhydraten und deren Mischungen auch Gashydrate, Wasser, Paraffine, Salz-Wasser-Eutektika und/oder Zuckeralkohole verwendet oder aber mit derartigen Salzhydraten kombiniert werden.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung arbeitet der Latentwärmespeicher nach dem Adsorptionsprinzip und weist beispielsweise Adsorptionsmaterialien wie Zeolith auf, die gezielt Wärme speichern und wieder

abgeben können. So sind auch Absorptionsfluide denkbar, die solch eine Wirkungsweise aufweisen.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung weist ein Arbeitsmedium im Abwärmenutzungssystem Ethanol, Aceton, Aceton/Methanolmischungen oder Cyclopentan jeweils mit oder ohne zusätzlichem Schmierölanteil auf. Ethanol stellt dabei einen Alkohol dar, während Cyclopentan eine zur Stoffgruppe der Cycloalkane gehörende farblose Flüssigkeit ist, deren Schmelztemperatur bei -94°C liegt.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung ist der Latentwärmespeicher stromab des Kühlers im Kühlkreislauf angeordnet. In diesem Fall ist somit der Latentwärmespeicher zwischen dem Kondensator und dem Kühler angeordnet und ermöglicht dadurch eine besonders optimierte Temperierung des Kühlmittels und darüber auch des Arbeitsmediums im Abwärmenutzungssystem. Der Latentwärmespeicher besitzt dabei üblicherweise eine Speicherkapazität von 0,5 bis 10 kWh, wobei die Speicherkapazität üblicherweise auf die zu speichernde Energiemenge ausgelegt ist.

Die vorliegende Erfindung beruht weiter auf dem allgemeinen Gedanken, ein Verfahren zur Abwärmenutzung einer Brennkraftmaschine anzugeben, bei welchem die zuvor beschriebene Vorrichtung zum Einsatz kommt. Der Latentwärmespeicher entzieht dabei bei Überschreiten einer vordefinierten Temperatur T des Kühlmittels diesem Energie, speichert diese Energie und begrenzt zugleich die Temperatur des Kühlmittels auf die Temperatur T , wodurch der Kondensator in einem für den Expander idealen Temperaturbereich mit hohem Wirkungsgrad betrieben werden kann. Bei Unterschreiten der vordefinierten Temperatur T des Kühlmittels gibt der Latentwärmespeicher Wärmeenergie an das Kühlmittel ab und heizt dieses auf, wodurch auch dadurch

der Kondensator in einem optimalen Temperaturbereich gehalten und dadurch das Abwärmenutzungssystem in einem idealen Temperaturbereich mit hohem Wirkungsgrad betrieben werden kann.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

Dabei zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Energierückgewinnung in einem Kraftfahrzeug mit einem Kühlkreislauf mit ausschließlich einem Hauptzweig,

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Energierückgewinnung in einem Kraftfahrzeug mit einem Kühlkreislauf mit einem Haupt- und einem Nebenzweig,

- Fig. 3 eine Darstellung wie in Fig. 2, jedoch bei anders angeordneter zweiter Kühlmittelpumpe,
- Fig. 4 eine Darstellung wie in Fig. 1, jedoch mit einem zusätzlichen Latentwärmespeicher im Kreislauf des Abwärmenutzungssystems,
- Fig. 5 eine Darstellung wie in Fig. 4, jedoch mit einem abschaltbaren Latentwärmespeicher im Kreislauf des Abwärmenutzungssystems,
- Fig. 6 den Aufbau eines Latentwärmespeichers.

Entsprechend den Fig. 1 bis 5 weist eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zur Energierückgewinnung in einem Kraftfahrzeug 2 eine in einen Kühlkreislauf 3 eingebundene Brennkraftmaschine 4 auf, wobei in dem Kühlkreislauf 3 eine erste Kühlmittelpumpe 5 und ein (Kühlmittel-)Kühler 6 angeordnet sind. Ebenfalls vorgesehen ist ein Abwärmenutzungssystem 7, auch Waste Heat Recovery-System (WHR) genannt, welches einen Verdampfer 8, einen Expander 9, bspw. eine Turbine, einen Kondensator 10 sowie eine Pumpe 11 umfasst. Ebenfalls in dem Abwärmenutzungssystem 7 vorgesehen sein kann ein Tank 12, zur Speicherung eines Arbeitsmediums, bspw. zur Speicherung von Ethanol, Aceton, Aceton/Methanollösungen oder Cyclopentan, welches in dem Abwärmenutzungssystem 7 bzw. einem Kreislauf 13 desselben zirkuliert. Fluidisch sind dabei der Kühlkreislauf 3 und der Arbeitsmediumkreislauf 13 voneinander getrennt.

Gemäß der Fig. 1 umfasst dabei der Kühlkreislauf 3 nur einen Hauptzweig 15, wogegen er gemäß den Fig. 2 und 3 einen Hauptzweig 15 und zusätzlich einen Nebenzweig 16 umfasst. Erfindungsgemäß ist nun der Kondensator 10 des Abwärmenutzungssystems 7 in dem Kühlkreislauf 3 eingebunden, das heißt

wärmeübertragend mit diesem verbunden. Dabei ist der Kondensator 10 des Abwärmenutzungssystems 7 gemäß den Fig. 1 sowie 4 und 5 in den Hauptzweig 15 des Kühlkreislaufs 3 und gemäß den Fig. 2 und 3 in den Nebenzweig 16 eingebunden.

Besonders bei den gemäß den Fig. 2 und 3 gezeigten Varianten, bei welchen der Latentwärmespeicher 14 im Nebenzweig 16 des Kühlkreislaufs 3 angeordnet ist, besteht die Möglichkeit, diesen bedarfsgerecht zuzuschalten oder abzuschalten, indem der Nebenzweig 16 über beispielsweise eine zweite Kühlmittelpumpe 5' mit Kühlmittel durchströmt wird oder nicht. Rein theoretisch würde selbstverständlich auch ein Ventil am Abzweig des Nebenzweigs 16 aus dem Hauptzweig 15 zum Zu- oder Abschalten des Nebenzweigs 16 ausreichen. Bei der Ausführungsform mit Nebenzweig 16 wird nur ein Teilstrom des Kühlmittels abgezweigt. Die Nebenstromvariante bietet dabei Vorteile, da nicht der komplette Kühlmittelstrom immer über den Latentwärmespeicher 14 geleitet werden muss. So kann vorteilhaft nur immer die benötigte Menge an Kühlmittel abgezapft und zum Latentwärmespeicher 14 geführt werden. Durch die geringere Strömungsmenge kann die zweite Kühlmittelpumpe 5' vergleichsweise klein bauen.

Stromauf des Kondensators 10 ist dabei im Kühlkreislauf 3 (Hauptzweig 15 in den Fig. 1, 4 und 5 und Nebenzweig 16 in den Fig. 2 und 3) ein Latentwärmespeicher 14 angeordnet, der zur Speicherung von aus dem Kühlkreis der Brennkraftmaschine 4 bzw. aus dem Kondensator 10 des Abwärmenutzungssystems 7 resultierender Energie ausgebildet ist. Der Latentwärmespeicher 14 besitzt dabei bspw. Salzhydrat oder eine Mischung aus Salzhydraten, kann aber auch Gashydrate, Wasser, Salz-Wasser-Eutektika, Paraffine und/oder Zuckeralkohole oder eine Mischung aus diesen Elementen beinhalten.

Der Latentwärmespeicher 14 besitzt darüber hinaus eine Speicherkapazität von 0,5 bis ca. 10 kWh, welche auf die Bedürfnisse der Vorrichtung 1 und insbesondere des Abwärmenutzungssystems 7 ausgerichtet ist. Wie der Fig. 1 dabei zu entnehmen ist, ist der Latentwärmespeicher 14 stromab des Kühlers 6 im Kühlkreislauf 3 angeordnet und zugleich stromauf der ersten Kühlmittelpumpe 5. Rein theoretisch ist aber auch eine direkte Anordnung des Latentwärmespeichers 14 zwischen dem Kondensator 10 und der Kühlmittelpumpe 5 denkbar.

Wie der Fig. 2 zu entnehmen ist, ist der Latentwärmespeicher 14 stromab des Kühlers 6 im Nebenzweig 16 und zugleich stromauf der zweiten Kühlmittelpumpe 5' angeordnet. Gemäß der Fig. 3 ist der Latentwärmespeicher 14 stromab des Kühlers 6 und stromab der zweiten Kühlmittelpumpe 5' im Nebenzweig 16 angeordnet.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 funktioniert dabei wie folgt:

Überschreitet bspw. eine Kühlmitteltemperatur im Kühlkreislauf 3 eine vordefinierte Temperatur T , so entzieht der Latentwärmespeicher 14 dem Kühlmittel Energie, speichert diese und begrenzt zudem die Temperatur des Kühlmittels auf die Temperatur T , so dass der Kondensator 10 in einem für den Expander 9 idealen Temperaturbereich betrieben werden kann, in welchem das Abwärmenutzungssystem 7 einen hohen Wirkungsgrad aufweist. Unterschreitet die Temperatur des Kühlmittels im Kühlkreislauf 3 die vordefinierte Temperatur T , so gibt der Latentwärmespeicher 14 Energie an das Kühlmittel ab, heizt dieses auf und hält dadurch ebenfalls den Kondensator 10 in einem für den Expander 9 idealen Temperaturbereich. Das Abwärmenutzungssystem 7 kann dabei vorzugsweise mit Ethanol mit oder ohne Schmierölanteil als Arbeitsmedium betrieben werden, wobei in diesem Fall die vordefinierte Temperatur T zwischen $70^{\circ}\text{C} < T < 90^{\circ}\text{C}$ liegt. Alternativ ist auch denkbar, dass das

Abwärmenutzungssystem mit Aceton, Aceton/Methanolmischungen oder Cyclopentan jeweils mit oder ohne zusätzlichem Schmierölanteil als Arbeitsmedium betrieben wird, wobei in diesen Fällen die vordefinierte Temperatur T zwischen $40^{\circ}\text{C} < T < 60^{\circ}\text{C}$ liegt. Die in dem Latentwärmespeicher 14 gespeicherte Wärmeenergie kann selbstverständlich - sofern vorhanden - auch bei einem Kaltstart der Brennkraftmaschine 4 zum Aufheizen des Kühlmittels verwendet werden und dadurch dazu beitragen, die Schadstoffemissionen zu reduzieren. Mit dem erfindungsgemäß im Kühlkreislauf 3 angeordneten Latentwärmespeicher 14 ist somit nicht nur ein optimaler Betrieb des Abwärmenutzungssystems 7 möglich, sondern auch ein bezüglich der Schadstoffemissionen reduzierter Betrieb der Brennkraftmaschine 4.

Betrachtet man die Figuren 4 und 5, so kann man erkennen, dass bei der dort gezeigten Vorrichtung 1 zur Energierückgewinnung in einem Kraftfahrzeug 2 ein zusätzlicher Latentwärmespeicher 17 im Arbeitsmediumkreislauf 13 des Abwärmenutzungssystems 7 angeordnet ist. Dies ermöglicht es vor allem, durch die Wärmespeicher 14 und 17 den Startvorgang für das Abwärmenutzungssystem 7 (WHR System) deutlich zu verbessern. Dies ist vor allem für Kaltstartzyklen, die bei Kraftfahrzeugen 2 oft auftreten, entscheidend. Die Wärmespeicher 14, 17 haben Latentwärme aus einem vorangegangenen Betrieb gespeichert. Dabei heizt der Latentwärmespeicher 14 das Kühlwasser der Brennkraftmaschine 4 im Kühlkreislauf 3 und darüber den Abwärmenutzungskreis 7 im Kondensator 10 auf ca. $60 - 80^{\circ}\text{C}$ auf, während der Latentwärmespeicher 17 das Arbeitsmedium vor dem Expander 9 auf ca. 200°C aufheizt. Hierdurch können insbesondere die Kaltstartphase deutlich verkürzt und dadurch die Emissionsbelastungen und ein Kraftstoffverbrauch deutlich reduziert werden.

Der zusätzliche Latentwärmespeicher 17 arbeitet dabei auf einem anderen Temperaturniveau. Er kann direkt im Arbeitsmediumkreislauf 13 (vgl. Fig. 4) oder

zuschaltbar durch eine Ventileinrichtung (18) im parallelen Betrieb (vgl. Fig. 5) laufen.

Der Latentwärmespeicher 14, 17 kann dabei entsprechend der Fig. 6 folgende Bauteile aufweisen: Ein Gehäuse 19, Wärmeübertragerrohre 20, Eine Metallfaser- oder Metallschaummatrix 21, die in dem Gehäuse 19 angeordnet ist, wobei die Wärmeübertragerrohre 20 in die Metallfaser- oder Metallschaummatrix 21 eingebettet sind und dadurch einen sehr guten Wärmeübergang garantieren. Die Metallfaser- oder Metallschaummatrix 21 ist mit einem Salzhydrat gefüllt. Die Porosität der Metallfaser- oder Metallschaummatrix 21 beträgt bis zu 80% und/oder kann insbesondere aus einem Aluwerkstoff bestehen.

Ansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Energierückgewinnung in einem Kraftfahrzeug (2) mit
 - einer in einen Kühlkreislauf (3) eingebundenen Brennkraftmaschine (4), wobei in dem Kühlkreislauf (3) eine erste Kühlmittelpumpe (5) und ein Kühler (6) angeordnet sind,
 - einem Abwärmenutzungssystem (7) mit einem Verdampfer (8), einem Expander (9), einem Kondensator (10) und einer Pumpe (11),
dadurch gekennzeichnet,
 - dass der Kühlkreislauf (3) ausschließlich einen Hauptzweig (15) oder einen Hauptzweig (15) und einen Nebenzweig (16) aufweist, wobei der Kondensator (10) des Abwärmenutzungssystems (7) in den Hauptzweig (15) oder in den Nebenzweig (16) eingebunden ist,
 - dass in dem Kühlkreislauf (3) stromauf des Kondensators (10) ein Latentwärmespeicher (14) angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, zweite Alternative,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Nebenzweig (16) eine zweite Kühlmittelpumpe (5') angeordnet ist,
über welche ein Kühlmittelstrom durch den Latentwärmespeicher (14) steuerbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

- dass der Latentwärmespeicher (14) Salzhydrat oder eine Mischung aus Salzhydraten als Speichermedium aufweist, oder
- dass der Latentwärmespeicher (14) nach dem Adsorptionsprinzip arbeitet, und/oder
- dass ein Arbeitsmedium im Abwärmenutzungssystem (7) Ethanol, Aceton, Aceton/Methanolmischungen oder Cyclopentan jeweils mit oder ohne zusätzlichem Schmierölanteil aufweist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Latentwärmespeicher (14) eine Speicherkapazität von 0,5 bis 10 kWh aufweist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Latentwärmespeicher (14) stromab des Kühlers (6) angeordnet ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Latentwärmespeicher (14) stromab der ersten Kühlmittelpumpe (5) angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Latentwärmespeicher (14) stromauf der ersten Kühlmittelpumpe (5) angeordnet ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,

dass ein zusätzlicher Latentwärmespeicher (17) im Arbeitsmediumkreislauf (13) des Abwärmenutzungssystems (7) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Latentwärmespeicher (14, 17) folgende Bauteile aufweist, ein Gehäuse (19), Wärmeübertragerrohre (20) und eine Metallfaser- oder Metallschaummatrix (21), die in dem Gehäuse (19) angeordnet ist und in die die Wärmeübertragerrohre (20) eingebettet sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

- dass die Metallfaser- oder Metallschaummatrix (21) mit einem Salzhydrat gefüllt ist, und/oder
- dass die Porosität der Metallfaser- oder Metallschaummatrix (21) bis zu 80% beträgt, und/oder
- dass die Metallfaser- oder Metallschaummatrix (21) aus einem Aluwerkstoff besteht.

11. Verfahren zur Abwärmenutzung einer Brennkraftmaschine (2) mit einer

Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem

- der Latentwärmespeicher (14) bei Überschreiten einer vordefinierten Temperatur T des Kühlmittels diesem Energie entzieht und speichert und die Temperatur des Kühlmittels auf die Temperatur T begrenzt, so dass der Kondensator (10) in einem für den Expander (9) idealen Temperaturbereich betrieben werden kann,
- der Latentwärmespeicher (14) bei Unterschreiten der vordefinierten Temperatur T des Kühlmittels Energie an das Kühlmittel abgibt, dieses

aufheizt und dadurch den Kondensator (10) in einem für den Expander (9) idealen Temperaturbereich hält.

12. Verfahren nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Abwärmenutzungssystem (7) mit Ethanol mit oder ohne Schmierölanteil als Arbeitsmedium betrieben wird und die vordefinierte Temperatur T zwischen $70^{\circ}\text{C} < T < 90^{\circ}\text{C}$ liegt.

13. Verfahren nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Abwärmenutzungssystem (7) mit Cyclopentan mit oder ohne Schmierölanteil als Arbeitsmedium betrieben wird und die vordefinierte Temperatur T zwischen $40^{\circ}\text{C} < T < 60^{\circ}\text{C}$ liegt.

14. Verfahren nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Abwärmenutzungssystem (7) mit Aceton mit oder ohne Schmierölanteil als Arbeitsmedium betrieben wird und die vordefinierte Temperatur T zwischen $40^{\circ}\text{C} < T < 60^{\circ}\text{C}$ liegt.

15. Verfahren nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Abwärmenutzungssystem (7) mit Aceton / Methanalmischung mit oder ohne Schmierölanteil als Arbeitsmedium betrieben wird und die vordefinierte Temperatur T zwischen $40^{\circ}\text{C} < T < 60^{\circ}\text{C}$ liegt.

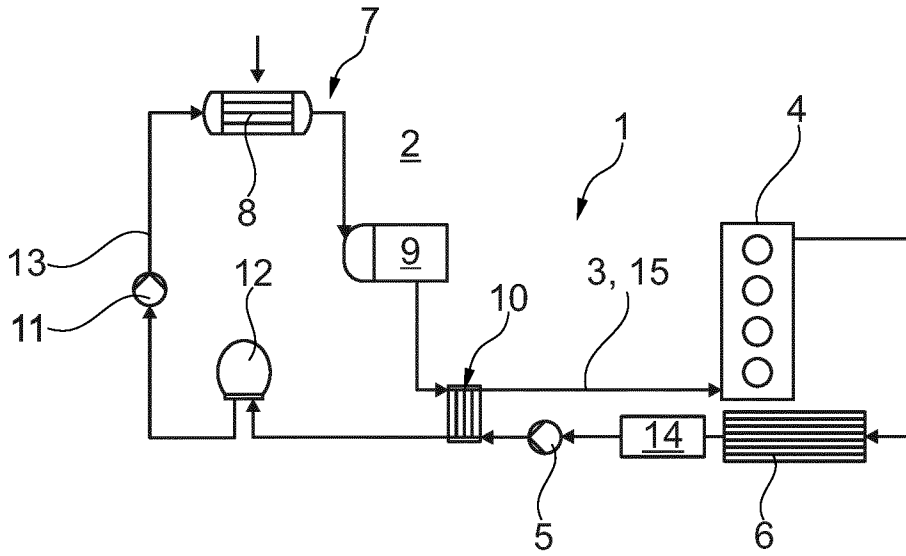


Fig. 1

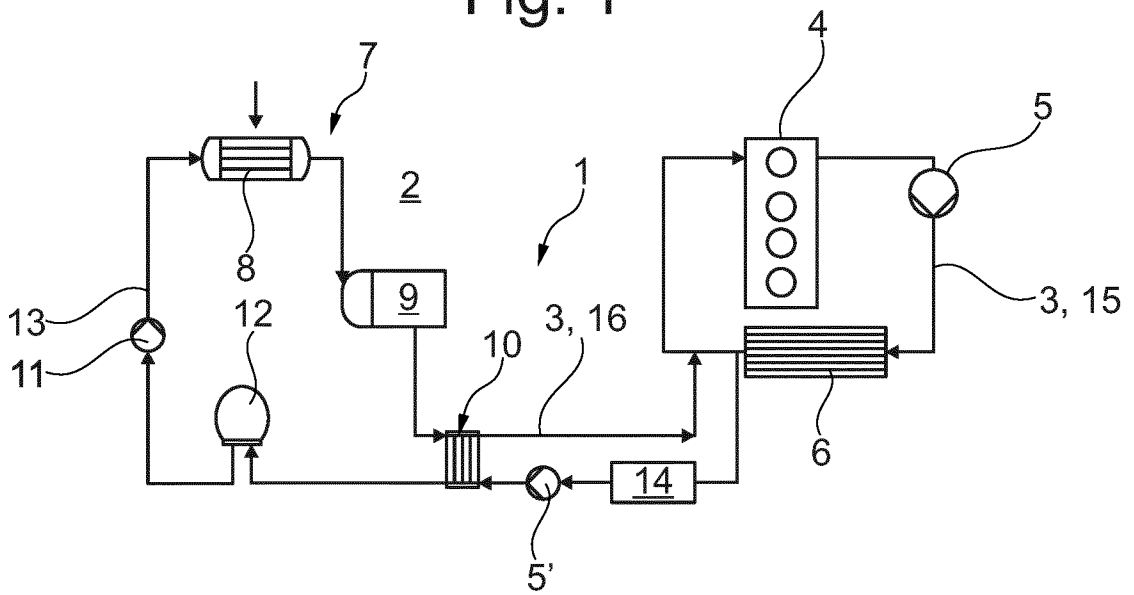


Fig. 2

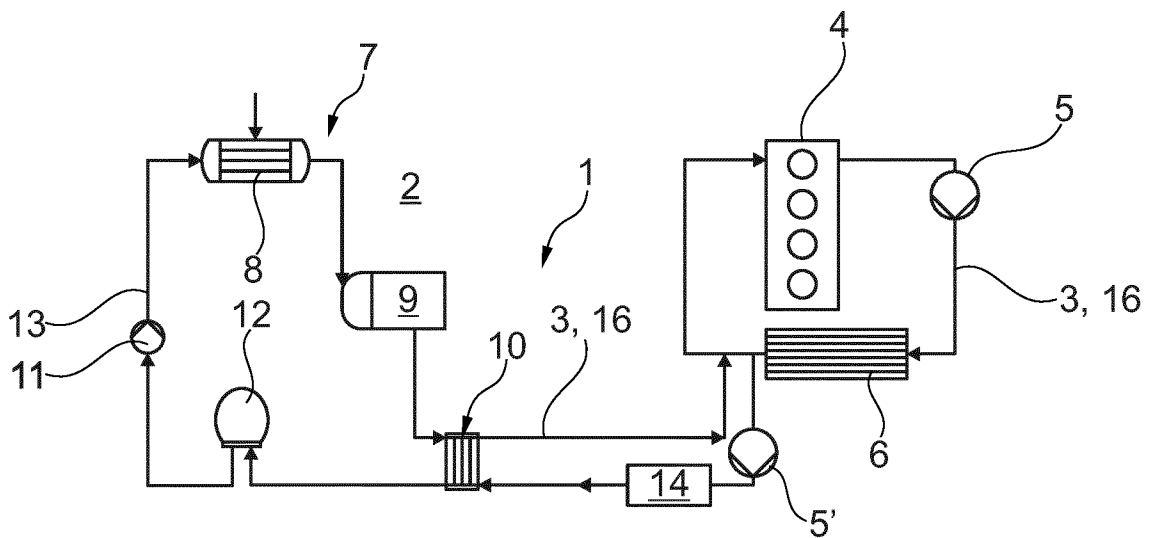


Fig. 3

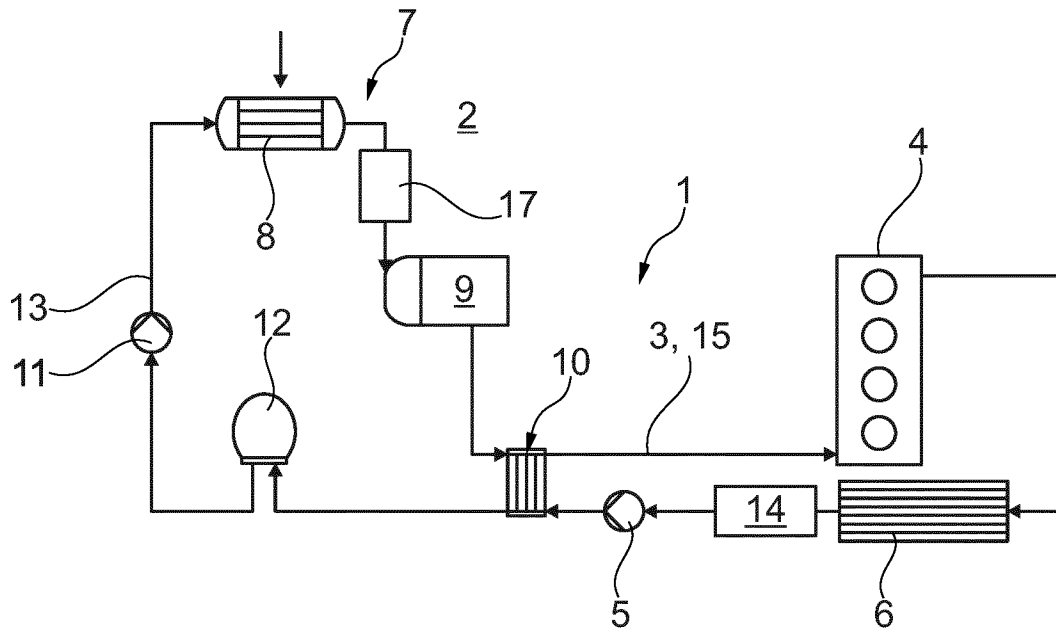


Fig. 4

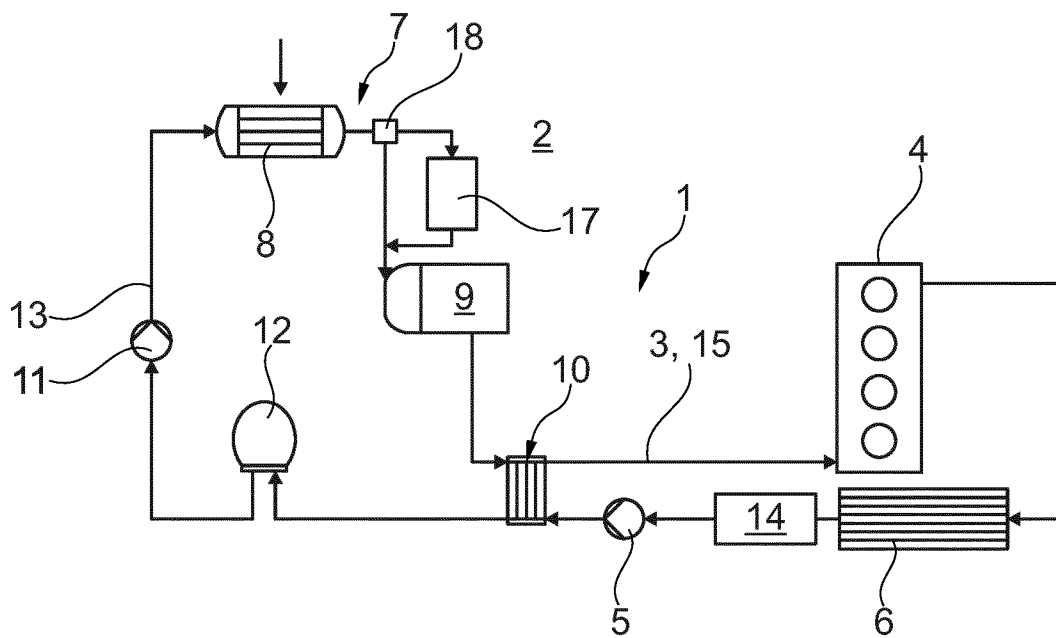


Fig. 5

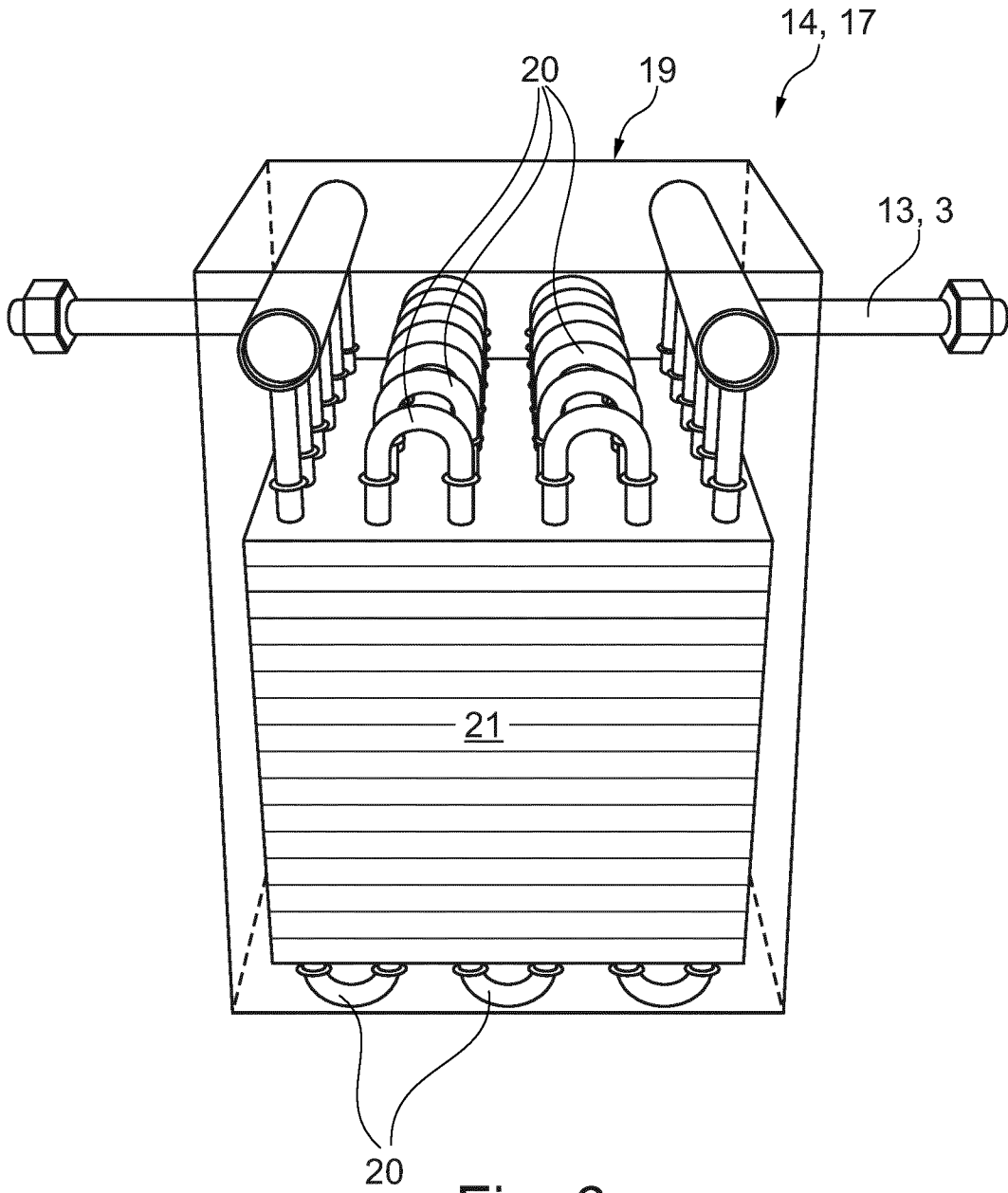


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/058805

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01K23/06 F01K3/00
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01K

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	DE 10 2013 211410 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31 December 2014 (2014-12-31) abstract; figures 1-9 paragraphs [0001], [0004], [0010], [0023], [0030], [0031] -----	1-15
A	DE 10 2008 013650 A1 (DAIMLER AG [DE]) 17 September 2009 (2009-09-17) abstract; figures 1-3 paragraphs [0003], [0014] - [0016] -----	1-15
A	US 2015/013335 A1 (CARSTENSEN ASMUS [DE] ET AL) 15 January 2015 (2015-01-15) abstract; figure 1 paragraphs [0003] - [0005], [0047] - [0065] -----	1-15

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 20 June 2017	Date of mailing of the international search report 28/06/2017
---	--

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 Varelas, Dimitrios
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/058805

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013211410 A1	31-12-2014	NONE	

DE 102008013650 A1	17-09-2009	NONE	

US 2015013335 A1	15-01-2015	CN 104279031 A	14-01-2015
		DE 102013011519 A1	15-01-2015
		EP 2846017 A1	11-03-2015
		US 2015013335 A1	15-01-2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F01K23/06 F01K3/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F01K

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	DE 10 2013 211410 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31. Dezember 2014 (2014-12-31) Zusammenfassung; Abbildungen 1-9 Absätze [0001], [0004], [0010], [0023], [0030], [0031]	1-15
A	DE 10 2008 013650 A1 (DAIMLER AG [DE]) 17. September 2009 (2009-09-17) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 Absätze [0003], [0014] - [0016]	1-15
A	US 2015/013335 A1 (CARSTENSEN ASMUS [DE] ET AL) 15. Januar 2015 (2015-01-15) Zusammenfassung; Abbildung 1 Absätze [0003] - [0005], [0047] - [0065]	1-15



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

20. Juni 2017

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

28/06/2017

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

Varelas, Dimitrios

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/058805

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013211410 A1	31-12-2014	KEINE	

DE 102008013650 A1	17-09-2009	KEINE	

US 2015013335 A1	15-01-2015	CN 104279031 A	14-01-2015
		DE 102013011519 A1	15-01-2015
		EP 2846017 A1	11-03-2015
		US 2015013335 A1	15-01-2015
