

(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
29. Dezember 2016 (29.12.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/205848 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01N 5/02 (2006.01) F01K 23/10 (2006.01)
F01K 23/06 (2006.01) F02B 39/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2016/050220

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Juni 2016 (22.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 50534/2015 24. Juni 2015 (24.06.2015) AT

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

(72) Erfinder: WOLKERSTORFER, Josef; Prochaskagasse
14c/6, 8045 Graz (AT).

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

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE HAVING A WASTE HEAT RECOVERY SYSTEM

(54) Bezeichnung : BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINEM ABWÄRMERÜCKGEWINNUNGSSYSTEM

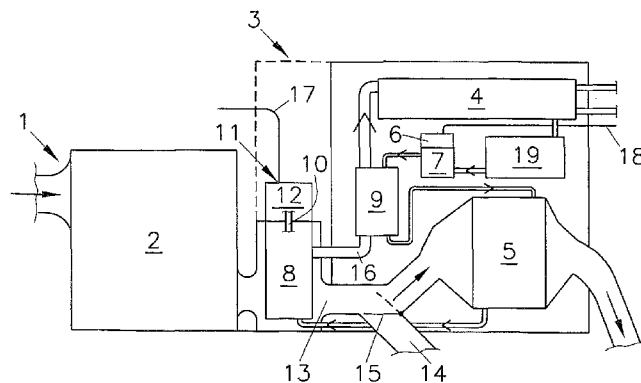


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to an internal combustion engine having a waste heat recovery system (3) which has at least one evaporation device (5) and one expansion device (8) and which serves for the recovery of energy from waste heat from the exhaust system (1), wherein at least one exhaust-gas aftertreatment device (2) which is preferably in the form of an SCR catalytic converter or oxidation catalytic converter is arranged in the exhaust system (1), wherein at least one evaporation device (5) is arranged in the region of the exhaust-gas aftertreatment device (2), wherein the expansion device (8) is also arranged in the region of the exhaust-gas aftertreatment device (2). To improve the efficiency of the waste heat recovery system (3), it is provided that the expansion device (8) is arranged in the exhaust-gas flow of the exhaust system (1), preferably in an exhaust line (13) of the exhaust system (1), and is at least partially flowed around by the exhaust gas.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem zumindest eine Verdampfungseinrichtung (5) und eine Expansionseinrichtung (8) aufweisenden Abwärmerückgewinnungssystem (3) zum Rückgewinnen von Energie aus Abwärme aus dem Abgassystem (1), wobei im Abgassystem (1) zumindest eine vorzugsweise als SCR-Katalysator oder Oxidationskatalysator ausgebildete Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist, wobei im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) zumindest eine Verdampfungseinrichtung (5) angeordnet ist, wobei auch die Expansionseinrichtung (8) im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist. Um den Wirkungsgrad des Abwärmerückgewinnungssystems (3) zu verbessern, ist vorgesehen, dass die Expansionseinrichtung (8) im Abgasstrom des Abgassystems (1), vorzugsweise in einer Abgasleitung (13) des Abgassystems (1), angeordnet ist und vom Abgas zumindest teilweise umströmt wird.

Brennkraftmaschine mit einem Abwärmerückgewinnungssystem

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem zumindest eine Verdampfungseinrichtung und eine Expansionseinrichtung aufweisenden Abwärmerückgewinnungssystem zum Rückgewinnen von Energie aus Abwärme aus dem Abgassystem, wobei im Abgassystem zumindest eine vorzugsweise als SCR-Katalysator oder Oxidationskatalysator ausgebildete Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet ist, wobei im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung zumindest eine Verdampfungseinrichtung angeordnet ist, wobei auch die Expansionseinrichtung im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet ist.

Abwärmerückgewinnungssysteme bzw. WHR-Systeme (WHR-Waste Heat Recovery) zur Rückgewinnung von Energie aus Abwärme aus dem Abgas einer Brennkraftmaschine arbeiten beispielsweise nach dem Organic-Rankine-Kreisprozess (ORC-Organic Rankine Cycle). Dabei wird die Abwärme in mechanische Energie umgewandelt, indem ein in einem geschlossenen Kreislauf geführtes Arbeitsmedium abwechselnd bei niedrigem Druck in einer Kondensationseinrichtung kondensiert und bei höherem Druck in einer durch die Abwärme des Abgases erhitzten Verdampfungseinrichtung verdampft. Der Druck wird durch die Abgaswärme in der Verdampfungseinrichtung erzeugt und in einer Expansionseinrichtung, beispielsweise einer Turbine, einem Schraubenexpander oder Hubkolbenexpander, unter Abgabe von Arbeit abgebaut. Die benötigte Zufuhr des Arbeitsmediums zur Verdampfungseinrichtung wird von einer Speisepumpe durch Aufwand von Arbeit erbracht. Das Abwärmerückgewinnungssystem kann dabei zusätzlich noch einen durch einen Wärmetauscher gebildeten Regenerator zwischen der Verdampfungseinrichtung und der Speisepumpe aufweisen, welcher dazu dient, das Arbeitsmedium nach der Speisepumpe vorzuwärmen. Eine Brennkraftmaschine mit einem nach dem ORC arbeitenden Wärmerückgewinnungssystem ist beispielsweise aus der WO 2014/083074 A1 bekannt.

Es ist bekannt die Verdampfungseinrichtung eines Abwärmerückgewinnungssystems zum Rückgewinnen von Energie aus Abwärme aus einem Abgassystem einer Brennkraftmaschine im Bereich einer Abgasnachbehandlungseinrichtung anzuordnen. Derartige Anordnungen werden beispielsweise in den Dokumenten EP 1 455 074 A1, EP 1 361 346 A1, EP 1 249 584 A1 oder WO 2012/021539 A1 offenbart.

Dabei kann es bei ungünstigen Rahmenbedingungen zu sogenannter Blitzkondensation (= Filmkondensation des Arbeitsmediums an den Innenwänden der Ex-

pansionseinrichtung beim Befüllen des Expansionsraumes) und Eisbildung im Bereich der Expansionseinrichtung kommen, was den Wirkungsgrad des Abwärmerrückgewinnungssystems nachteilig beeinflusst.

Aus der DE 10 2009 045 380 A1 ist eine Antriebseinrichtung mit einer durch einen Abgasturbolader gebildeten Auflasevorrichtung zur Erhöhung des Drucks und des Massenstroms der Verbrennungsluft einer Brennkraftmaschine bekannt, welche einen Dampferzeuger zur Verdampfung eines Fluids unter Verwendung von dem Abgas der Brennkraftmaschine entnommener thermischer Energie aufweist. Der Dampferzeuger ist an einen Dampfspeicher angeschlossen. Die Abgasturbine des Abgasturboladers ist sowohl mit Abgas, als auch mit Dampf aus dem Dampfspeicher beaufschlagbar.

Die DE 10 2009 042 584 A1 beschreibt ein System zur Nutzung von Abwärme eines Verbrennungsmotors mittels eines Clausius-Rankine-Kreisprozesses, wobei eine Expansionsmaschine nahe einer Abgasleitung des Abgassystems des Verbrennungsmotors angeordnet ist. Um Schäden am Wärmeüberträger zu vermeiden, weist dieser ein Ausdehnvolumen auf.

Weder bei der DE 10 2009 045 380 A1, noch bei der DE 10 2009 042 584 A1 werden Expansionseinrichtung vom heißen Abgas umströmt.

Aufgabe der Erfindung ist es, die genannten Nachteil zu vermeiden und den Wirkungsgrad des Abwärmerrückgewinnungssystems zu erhöhen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Expansionseinrichtung im Abgasstrom des Abgassystems, vorzugsweise in einer Abgasleitung des Abgassystems, angeordnet ist und vom Abgas zumindest teilweise umströmt wird.

Dabei wird das Gehäuse der Expansionseinrichtung, also quasi die Außenhaut der Expansionseinrichtung, vom heißen Abgas umströmt. Umströmt bedeutet hier, dass eine Außenumfangsfläche der Expansionseinrichtung oder eines die Expansionseinrichtung umgebenden und mit dieser thermisch verbundenen Gehäuseteils großflächig vom heißen Abgas benetzt wird.

Die Expansionseinrichtung wird vom heißen Abgas umströmt und mit diesem geheizt, sodass es keine Wärmeverluste des Arbeitsmediums in der Expansionseinrichtung an die Außenwände der Expansionseinrichtung gibt. Insbesondere erfolgt somit keine Blitzkondensation. Dies ist gewährleistet, da die Oberflächentemperatur des Expansionsraums der Expansionseinrichtung durch die Wärmeübertragung heißer ist als das Arbeitsmedium bzw. über der Sättigungstemperatur des Arbeitsmediums liegt.

Der Expander wird vom heißen Abgas umströmt und mit diesem geheizt.

Durch die Umströmung wird das Gehäuse der Expansionseinrichtung über eine sehr große Umfangsfläche vom heißen Abgas benetzt und die Abgaswärme in das Gehäuse der Expansionseinrichtung geleitet, ohne dass eine Vermischung des Arbeitsmediums mit dem Abgas erfolgt.

Die Expansionseinrichtung kann beispielsweise durch eine Turbine, einen Schraubenexpander oder einen Hubkolbenexpander gebildet sein.

Um die Temperatur der Abgasnachbehandlungseinrichtung nicht nachteilig zu beeinflussen kann die Expansionseinrichtung stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet sein.

Die Expansionseinrichtung treibt eine Abtriebswelle an, welche mit einer Arbeitsmaschine, beispielsweise einem Generator zur Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische Energie, antriebsverbunden ist. Im Rahmen der Erfindung ist vorgesehen, dass die Arbeitsmaschine außerhalb des Abgasstroms, vorzugsweise außerhalb der Abgasleitung des Abgassystems angeordnet ist. Dadurch wird die thermische Belastung der Arbeitsmaschine möglichst gering gehalten.

Zur bestmöglichen Nutzung der Abwärme des Abgases ist es vorteilhaft, wenn auch die Verdampfungseinrichtung im Abgasstrom des Abgassystems, vorzugsweise in einer Abgasleitung des Abgassystems, angeordnet ist und vom heißen Abgas der Brennkraftmaschine zumindest teilweise umströmt wird. In der bevorzugten Ausführungsform wird das Arbeitsmedium in der Verdampfungseinrichtung im Abgasstrom stromabwärts der Position der Expansionseinrichtung erhitzt bzw. verdampft und somit mit leicht kühleren Abgas als die Verdampfungseinrichtung umströmt.

Die Verdampfungseinrichtung kann dabei stromaufwärts oder stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet sein. In einer besonders vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist die Verdampfungseinrichtung stromabwärts der Expansionseinrichtung angeordnet. Dadurch, dass die Expansionseinrichtung auf eine Temperatur erhitzt wird, welche höher ist als die Temperatur in der Verdampfungseinrichtung, kann das Auftreten von Blitzkondensation in der Expansionseinrichtung zuverlässig ausgeschlossen werden.

Alternativ dazu ist es auch möglich, dass die Abgasnachbehandlungseinrichtung zwischen Verdampfungseinrichtung und Expansionseinrichtung angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Verdampfungseinrichtung stromaufwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet ist.

Zum Schutz gegen das korrosiv wirkende Abgas können Verdampfungseinrichtung und/oder Expansionseinrichtung von einem Schutzgehäuse umgeben sein.

Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn das Schutzgehäuse durch eine im Abgasstrom, vorzugsweise in der Abgasleitung angeordnete, Tauchhülse gebildet ist, in welche die Expansionseinrichtung bzw. Verdampfungseinrichtung mit überwiegendem Flächenkontakt eingesetzt ist. Dies ermöglicht eine einfache Wartung. Durch den Flächenkontakt zwischen der vom Abgas umströmten Tauchhülse und dem Expander bzw. dem Verdampfer wird ein guter Wärmeübergang ermöglicht, ohne dass das der Expander bzw. der Verdampfer direkt dem Abgas ausgesetzt ist.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der nicht einschränkenden Figuren näher erläutert.

Die Fig. 1, Fig. 1a und Fig. 2 zeigen schematisch Anordnungen von Komponenten eines Abwärmerückgewinnungssystems einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in verschiedenen Ausführungsvarianten, wobei in Fig. 1a ein Detail einer modifizierten Ausführung der Fig. 1 dargestellt ist.

In den Ausführungsvarianten sind funktionsgleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

In den Figuren ist jeweils ein Teil eines Abgassystem 1 mit einer Abgasnachbehandlungseinrichtung 2, beispielsweise einem SCR-Katalysator (SCR=Selective Catalytic Reduction) oder einem Oxidationskatalysator, dargestellt. Zur Rückgewinnung von Energie aus Abwärme aus dem Abgas weist die Brennkraftmaschine ein Abwärmerückgewinnungssystem 3 auf, welches beispielsweise nach dem ORC-Kreisprozess arbeitet. Dabei wird die Abwärme des Abgases in mechanische Energie umgewandelt, indem ein in einem geschlossenen Kreislauf geführtes Arbeitsmedium abwechselnd bei niedrigem Druck in einer Kondensationseinrichtung 4 kondensiert und bei höherem Druck in einer durch die Abwärme des Abgases erhitzten Verdampfungseinrichtung 5 verdampft. Der Druck wird durch die Abgaswärme in der Verdampfungseinrichtung 5 erzeugt und in einer Expansionseinrichtung 8, beispielsweise einer Turbine, einem Schraubenexpander oder einem Hubkolbenexpander, unter Abgabe von Arbeit abgebaut. Die benötigte Zufuhr des Arbeitsmediums vom Tank 19 zur Verdampfungseinrichtung 5 wird von einer durch einen Motor 6 angetriebenen Speisepumpe 7 unter Aufwand von Arbeit erbracht. Zur Vorwärmung des flüssigen Arbeitsmediums der Speisepumpe 7 stromaufwärts der Verdampfungseinrichtung 5 kann ein durch einen Wärmetauscher gebildeter Regenerator 9 vorgesehen sein. Die Expansionseinrichtung 8 steht über eine Abtriebswelle 10 mit einer außerhalb des Abgasstroms angeord-

neten Arbeitsmaschine 11, beispielsweise mit einem Generator 12 in Antriebsverbindung, wobei durch den von der Expansionseinrichtung 8 angetriebenen Generator 12 elektrische Energie erzeugt wird. Mit Bezugszeichen 16 sind Leitungen für das Arbeitsmedium des Abwärmerückgewinnungssystems 3 bezeichnet. Die Bezugszeichen 17 und 18 bezeichnen Stromleitungen des Generators 12 bzw. des Motors 6 der Speisepumpe 7.

Sowohl der Verdampfer 5, als auch die Expansionseinrichtung 8 befinden sich in einem die Abgasnachbehandlungseinrichtung 2 aufweisenden Bereich der Abgasleitung 13 des Abgassystems 1 und werden vom heißen Abgas der Brennkraftmaschine umströmt.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsvariante sind Verdampfer 5 und Expansionseinrichtung 8 stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung 2 angeordnet, wobei die Expansionseinrichtung 8 stromaufwärts der Verdampfungseinrichtung 5 angeordnet ist. Die Verdampfungseinrichtung 5 kann abgasseitig durch eine Bypassleitung 14 umgangen werden, deren Durchfluss durch eine Steuerungseinrichtung 15 gesteuert wird. Dadurch, dass die Expansionseinrichtung 8 auf eine Temperatur erhitzt wird, welche höher ist als die Temperatur des Arbeitsmediums in der Verdampfungseinrichtung 5, kann das Auftreten von Blitzkondensation in der Expansionseinrichtung zuverlässig ausgeschlossen werden.

Fig. 2 zeigt dagegen eine Ausführungsvariante, bei der die Abgasnachbehandlungseinrichtung 2 zwischen der Verdampfungseinrichtung 5 und der Expansionseinrichtung 8 des Abwärmerückgewinnungssystems 3 in der Abgasleitung 13 des Abgassystems 1 angeordnet und mit Leitungen 16 miteinander verbunden sind. Beispielsweise ist die Verdampfungseinrichtung 5 stromaufwärts, und die Expansionseinrichtung 8 stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung 2 angeordnet. Weitere Teile des Abwärmerückgewinnungssystems 3 sind nicht dargestellt.

Eventuell können die Expansionseinrichtung 8 und/oder die Verdampfungseinrichtung 5 mit einem Schutzgehäuse als Schutz gegen die korrosiven Abgase geschützt sein. Eine separate thermische Isolierung ist nicht erforderlich. Da die Expansionseinrichtung 8 im heißen Abgasstrom angeordnet ist, fallen keine Isolationsverluste an.

Das Schutzgehäuse kann durch eine in der Abgasleitung angeordnete Tauchhülse 20 gebildet sein, in welche die Expansionseinrichtung 8 bzw. Verdampfungseinrichtung 5 eingesetzt ist (Fig. 1a). Die Außenfläche der Expansionseinrichtung 8 bzw. der Verdampfungseinrichtung 5 und die Innenfläche der beispielsweise zylindrischen Tauchhülse 20 stehen dabei im Flächenkontakt, sodass ein guter

Wärmeübergang zwischen der von Abgas umströmten Tauchhülse 20 und der Expansionseinrichtung 8 bzw. der Verdampfungseinrichtung 5 besteht. Dies ermöglicht eine einfache Wartung. Durch den Flächenkontakt zwischen der vom Abgas umströmten Tauchhülse 20 und der Expansionseinrichtung 8 bzw. der Verdampfungseinrichtung 5 wird ein guter Wärmeübergang ermöglicht, ohne dass die Expansionseinrichtung 8 bzw. die Verdampfungseinrichtung 5 direkt dem Abgas ausgesetzt ist.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Brennkraftmaschine mit einem zumindest eine Verdampfungseinrichtung (5) und eine Expansionseinrichtung (8) aufweisenden Abwärmerückgewinnungssystem (3) zum Rückgewinnen von Energie aus Abwärme aus dem Abgassystem (1), wobei im Abgassystem (1) zumindest eine vorzugsweise als SCR-Katalysator oder Oxidationskatalysator ausgebildete Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist, wobei im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) zumindest eine Verdampfungseinrichtung (5) angeordnet ist, wobei auch die Expansionseinrichtung (8) im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Expansionseinrichtung (8) im Abgasstrom des Abgassystems (1), vorzugsweise in einer Abgasleitung (13) des Abgassystems (1), angeordnet ist und vom Abgas zumindest teilweise umströmt wird .
2. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1, wobei die Expansionseinrichtung (8) über eine Abtriebswelle (10) mit einer Arbeitsmaschine (11), vorzugsweise einem Generator (12), antriebsverbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arbeitsmaschine (11) außerhalb des Abgasstroms, vorzugsweise außerhalb der Abgasleitung (13) des Abgassystems (1) angeordnet ist.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verdampfungseinrichtung (5) im Abgasstrom des Abgassystems (1), vorzugsweise in einer Abgasleitung (13) des Abgassystems (1), angeordnet ist und vom Abgas zumindest teilweise umströmt wird.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verdampfungseinrichtung (5) stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) zwischen Verdampfungseinrichtung (5) und Expansionseinrichtung (8) angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Verdampfungseinrichtung (5) stromaufwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist.
6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verdampfungseinrichtung (5) im Eintrittsbereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist.

7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Expansionseinrichtung (8) stromaufwärts der Verdampfungseinrichtung (5) im Abgasstrom angeordnet ist.
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Expansionseinrichtung (8) stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) im Abgasstrom angeordnet ist.
9. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verdampfungseinrichtung (5) und/oder die Expansionseinrichtung (8) von einem Schutzgehäuse umgeben ist.
10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schutzgehäuse durch eine im Abgasstrom, vorzugsweise in der Abgasleitung (13) angeordnete, Tauchhülse (20) gebildet ist, in welche Verdampfungseinrichtung (5) bzw. die Expansionseinrichtung (8) mit überwiegendem Flächenkontakt eingesetzt ist.

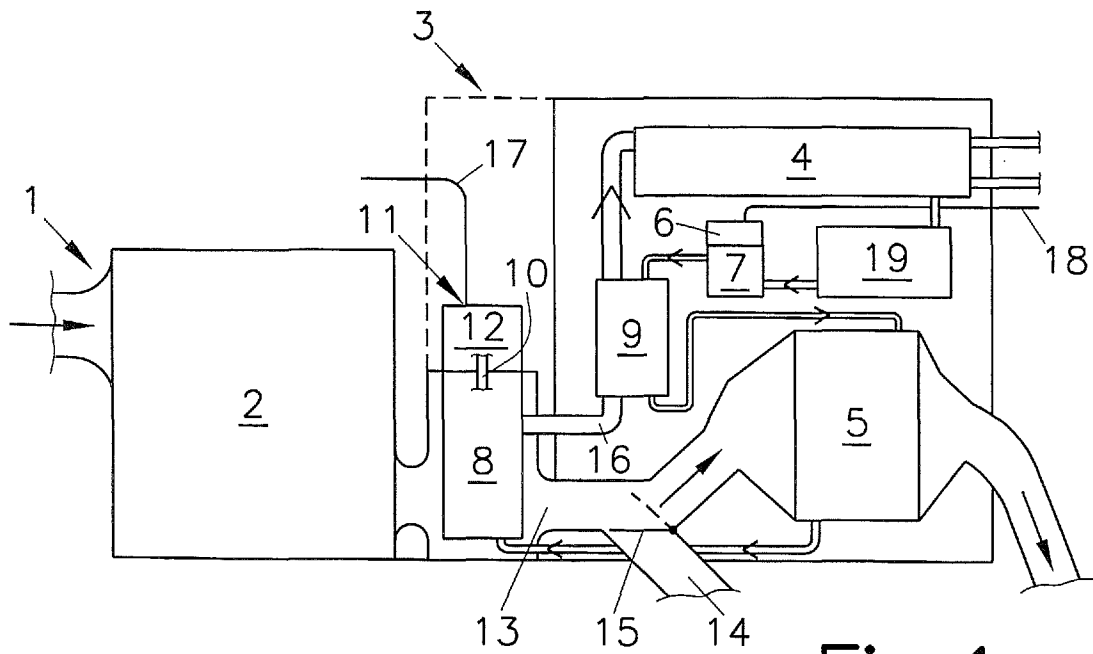


Fig.1

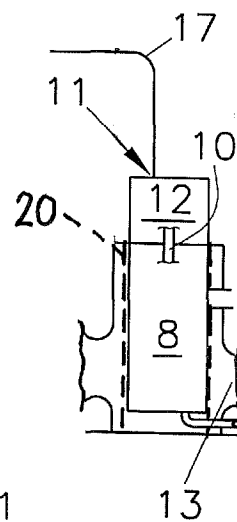


Fig.1a

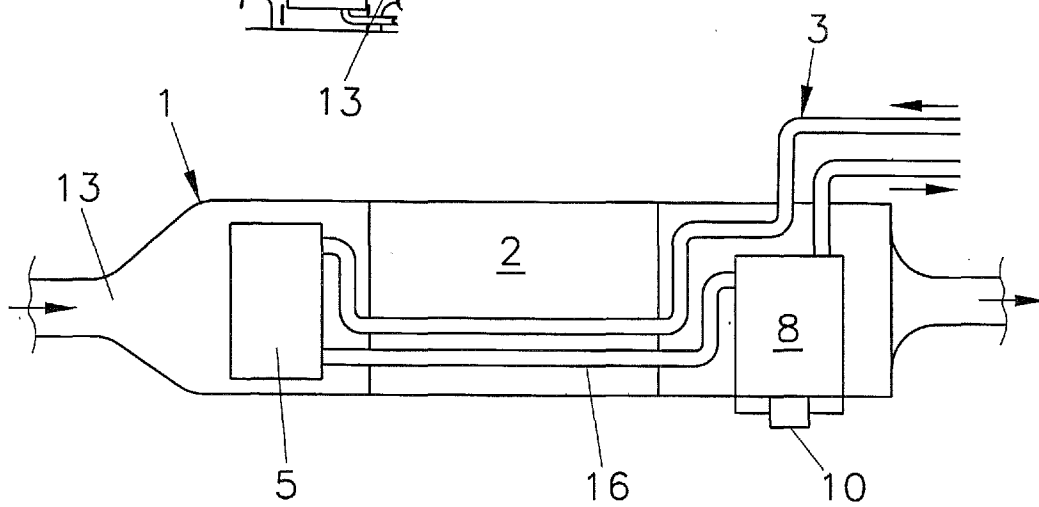


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2016/050220

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F01N5/02 F01K23/06 F01K23/10 F02B39/08 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) F01N F01K 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, 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	DE 10 2013 205740 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2 October 2014 (2014-10-02) paragraphs [0017] - [0021]; figure 1 -----	1-10
A	EP 2 180 171 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 28 April 2010 (2010-04-28) paragraphs [0021] - [0029]; figure 3 -----	1-10
A	US 2012/036850 A1 (ERNST TIMOTHY C [US] ET AL) 16 February 2012 (2012-02-16) paragraphs [0035], [0036]; figure 5 -----	1-10
☐ 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 September 2016		Date of mailing of the international search report 30/09/2016
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 Kolland, Ulrich

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/AT2016/050220

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013205740 A1	02-10-2014	NONE	
EP 2180171 A1	28-04-2010	NONE	
US 2012036850 A1	16-02-2012	CN 103180553 A	26-06-2013
		DE 112011102672 T5	06-06-2013
		US 2012036850 A1	16-02-2012
		WO 2012021539 A2	16-02-2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F01N5/02 F01K23/06 F01K23/10 F02B39/08 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01N F01K 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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2013 205740 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2. Oktober 2014 (2014-10-02) Absätze [0017] - [0021]; Abbildung 1 -----	1-10
A	EP 2 180 171 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 28. April 2010 (2010-04-28) Absätze [0021] - [0029]; Abbildung 3 -----	1-10
A	US 2012/036850 A1 (ERNST TIMOTHY C [US] ET AL) 16. Februar 2012 (2012-02-16) Absätze [0035], [0036]; Abbildung 5 -----	1-10
☐ 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
20. September 2016		30/09/2016
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 Kolland, Ulrich

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2016/050220

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013205740 A1	02-10-2014	KEINE	
EP 2180171 A1	28-04-2010	KEINE	
US 2012036850 A1	16-02-2012	CN 103180553 A	26-06-2013
		DE 112011102672 T5	06-06-2013
		US 2012036850 A1	16-02-2012
		WO 2012021539 A2	16-02-2012