

(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

12. September 2013 (12.09.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2013/131642 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02G 5/02 (2006.01) F01K 23/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/000652

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. März 2013 (06.03.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 004 600.6 7. März 2012 (07.03.2012) DE

(71) Anmelder: DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstrasse
137, 70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: FRANK, Volodymyr; Schafbergweg 3, 74376
Gemmrigheim (DE). JUNG, Manuel; Sauerampferweg 4,
70599 Stuttgart (DE). JUNKER, Christoph; Ossiacher
Weg 7, 71522 Backnang (DE). KREBS, Eugen;
Bohnäpfelweg 26, 70437 Stuttgart (DE). KROPP,
Alexander; Gablenberger Hauptstrasse 39, 70186 Stuttgart
(DE). STREULE, Thomas; Seerosenweg 7, 71364
Winnenden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: WASTE-HEAT UTILISATION DEVICE FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung : ABWÄRMENUTZUNGSVORRICHTUNG FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG

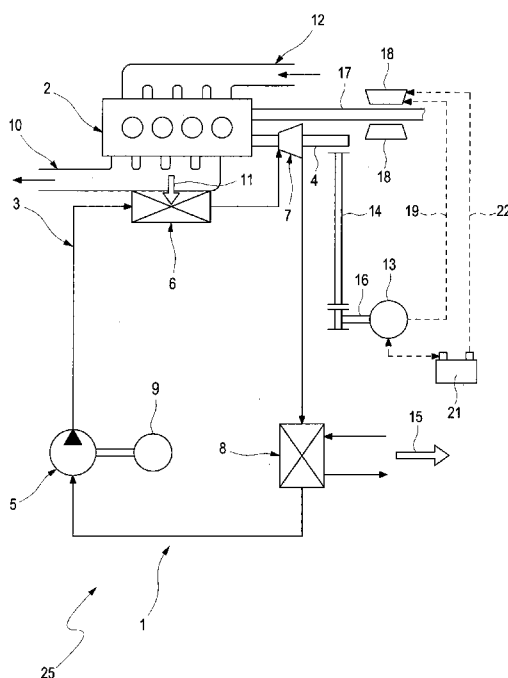


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a waste-heat utilisation device (1) for a motor vehicle, - having a waste-heat utilisation circuit (3) in which a working medium circulates, - having a delivery device (5) which is arranged in the waste-heat utilisation circuit (3) and which serves for driving the working medium, - having an evaporator (6) which is arranged in the waste-heat utilisation circuit (3) downstream of the delivery device (5) and which serves for evaporating the working medium, - having an expansion machine (7) which is arranged in the waste-heat utilisation circuit (3) downstream of the evaporator (6) and which serves for expanding the working medium, - having a condenser (8) which is arranged in the waste-heat utilisation circuit (3) downstream of the expansion machine (7) and which serves for condensing the working medium, - having an electrical generator (13) which is directly or indirectly connected in terms of drive to a power takeoff shaft (4) of an internal combustion engine (2) of the motor vehicle, - wherein the expansion machine (7) is, for energy recuperation, connected in terms of drive directly to the power takeoff shaft (4) of the internal combustion engine (2).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Abwärmenutzungs-vorrichtung (1) für ein Kraftfahrzeug, - mit einem Abwärmenutzungs-kreis (3), in dem ein Arbeitsmittel zirkuliert, - mit einer im Abwärmenutzungs-kreis (3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

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

angeordneten Fördereinrichtung (5) zum Antreiben des Arbeitsmittels, - mit einem im Abwärmenutzungskreis (3) stromab der Fördereinrichtung (5) angeordneten Verdampfer (6) zum Verdampfen des Arbeitsmittels, - mit einer im Abwärmenutzungskreis (3) stromab des Verdampfers (6) angeordneten Expansionsmaschine (7) zum Entspannen des Arbeitsmittels, - mit einem im Abwärmenutzungskreis (3) stromab der Expansionsmaschine (7) angeordneten Kondensator (8) zum Kondensieren des Arbeitsmittels, - mit einem elektrischen Generator (13), der mit einer Nebenabtriebswelle (4) einer Brennkraftmaschine (2) des Kraftfahrzeugs direkt oder indirekt antriebsverbunden ist, - wobei die Expansionsmaschine (7) zur Energierückführung direkt mit der Nebenabtriebswelle (4) der Brennkraftmaschine (2) antriebsverbunden ist.

Abwärmenutzungsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abwärmenutzungsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine. Die Erfindung betrifft ferner ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Abwärmenutzungsvorrichtung sowie ein Betriebsverfahren für ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Abwärmenutzungsvorrichtung.

Eine herkömmliche Abwärmenutzungseinrichtung, die vorzugsweise nach dem Rankine-Kreisprozess bzw. nach dem Clausius-Rankine-Kreisprozess arbeitet, umfasst üblicherweise einen Abwärmenutzungskreis, in dem ein Arbeitsmittel zirkuliert. Im Abwärmenutzungskreis sind in der Strömungsrichtung des Arbeitsmittels hintereinander eine Fördereinrichtung zum Antreiben des Arbeitsmittels, ein Verdampfer zum Verdampfen des Arbeitsmittels, eine Expansionsmaschine zum Entspannen des Arbeitsmittels, und ein Kondensator zum Kondensieren des Arbeitsmittels angeordnet.

Die DE 24 00 760 beschreibt ein Kraftfahrzeug, welches alternativ oder simultan von einer Brennkraftmaschine und einem Elektromotor angetrieben werden kann.

Die US 4,405,029 offenbart ein Hybridfahrzeug, welches eine Brennkraftmaschine und einen Elektromotor umfasst. Der Elektromotor kann mittels einer Abwärmenutzungseinrichtung betrieben werden. Der Elektromotor kann dabei sowohl zum Antreiben eines Getriebes als auch zum Aufladen einer Batterie eingesetzt werden. Die in der Batterie gespeicherte elektrische Energie wiederum kann bei Bedarf zum Antreiben des Elektromotors verwendet werden.

Die EP 1 249 585 A1 offenbart einen Wärmetauscher einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine. Der Wärmetauscher kann als Abwärmenutzungsvorrichtung ausgebildet sein, die in einem Kraftfahrzeug angebracht ist. Die Abwärmenutzungsvorrichtung wiederum umfasst einen Verdampfer, der Dampf mit einer erhöhten Temperatur und einem erhöhten Druck erzeugt, wobei als Wärmequelle Abwärme, beispielsweise ein Abgas einer Brennkraftmaschine, verwendet wird. Mittels

einer Expansionsmaschine wird durch Expansion des Hochdruck-Dampfes eine Drehwelle angetrieben, und mittels eines Kondensators wird der Dampf wieder kondensiert. Mittels der Expansionsvorrichtung kann über eine mechanische Kopplung sowohl eine Abtriebswelle einer Brennkraftmaschine als auch ein elektrischer Generator angetrieben werden, der beispielsweise einen elektrischen Energiespeicher, insbesondere eine wiederaufladbare Batterie, elektrisch aufladen kann.

Die EP 1 326 017 A1 beschreibt ein Rankine-Kreislauf-System zum Nutzen einer Abwärme eines Abgases eines Hybridfahrzeugs. Das System umfasst eine Brennkraftmaschine als Antriebsquelle für das Kraftfahrzeug und einen Elektro-Generator-Motor. Ein Ausgabe-Drehmoment des Systems wird einem Getriebe zugeführt und dafür verwendet, eine zusätzliche Antriebskraft für einen Antriebsstrang des Kraftfahrzeugs bereitzustellen oder eine aufladbare Batterie elektrisch aufzuladen. Während einer Beschleunigung des Kraftfahrzeugs wird Wärmeenergie des Abgases durch das System verwertet und während eines Abbremsens des Kraftfahrzeugs wird die kinetische Energie des Kraftfahrzeugs umgewandelt, um eine regenerative elektrische Leistung für den Elektro-Generator-Motor bereitzustellen, so dass der Kraftstoffverbrauch in der Brennkraftmaschine reduziert werden kann.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Ausführungsform für eine Abwärmenutzungsvorrichtung und für ein eine solche Abwärmenutzungsvorrichtung verwendendes Kraftfahrzeug bereitzustellen. Es ist ferner eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Betriebsverfahren für ein solches Kraftfahrzeug bereitzustellen.

Die obige Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren gemäß den unabhängigen Patentansprüchen. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße Abwärmenutzungsvorrichtung umfasst einen Abwärmenutzungskreis, in dem ein Arbeitsmittel zirkuliert. Die Abwärmenutzungsvorrichtung umfasst eine im Abwärmenutzungskreis angeordnete Fördereinrichtung zum Antreiben des Arbeitsmittels und einen im Abwärmenutzungskreis stromab der Fördereinrichtung angeordneten Verdampfer zum Verdampfen des Arbeitsmittels. Des Weiteren umfasst die Abwärmenutzungsvorrichtung eine im Abwärmenutzungskreis stromab des Verdampfers angeordnete Expansionsmaschine zum Entspannen des

Arbeitsmittels und einen stromab der Expansionsmaschine im Abwärmenutzungskreis angeordneten Kondensator zum Kondensieren des Arbeitsmittels.

Die Expansionsmaschine ist nun zur Energierückführung direkt mit einer Nebenabtriebswelle der Brennkraftmaschine antriebsverbunden. Auf diese Weise kann eine Ausgangs-Antriebsleistung der Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeugs unterstützt werden. Zudem ist durch die Bereitstellung eines elektrischen Generators, der mit der Nebenabtriebswelle direkt oder indirekt antriebsverbunden ist, neben der bereits genannten Energierückführung auf direktem Wege zusätzlich auch die Erzeugung von elektrischer Energie möglich. Die derart erzeugte elektrische Energie kann insbesondere zum Antreiben eines Elektromotors verwendet werden, mittels welchem wiederum eine Hauptabtriebswelle der Brennkraftmaschine unterstützend angetrieben werden kann. Alternativ oder zusätzlich ist es aber auch vorstellbar, dass die erzeugte elektrische Energie in einem geeigneten Energiespeicher, beispielsweise einer aufladbaren Batterie, zwischengespeichert wird. Mittels der in einer solchen Batterie zwischengespeicherten elektrischen Energie kann dann ein auf einer Hauptabtriebswelle der Brennkraftmaschine angeordneter Elektromotor angetrieben werden, oder, wenn der elektrische Generator als sog. Generator-Motor ausgebildet ist, der elektrische Generator zum Betrieb als Elektromotor mittels der in dem Energiespeicher gespeicherten elektrischen Energie angetrieben werden, um ebenfalls über die Nebenabtriebswelle die Antriebsleistung der Brennkraftmaschine zu unterstützen. Mittels einer wie oben beschrieben erfindungsgemäß ausgebildeten Abwärmenutzungsvorrichtung lässt sich der Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine signifikant erhöhen.

In einer Ausführungsform kann die Expansionsmaschine einen Rotor und ein drehfest mit dem Rotor verbundenes und durch die beim Entspannen des Arbeitsmittels freiwerdende Energie antreibbares Turbinenrad aufweisen, wobei die Nebenabtriebswelle der Brennkraftmaschine der Rotor der Expansionsmaschine ist. Unter "direkter Antriebsverbindung" ist also erfindungsgemäß zu verstehen, dass die Expansionsmaschine direkt auf der Nebenabtriebswelle der Brennkraftmaschine angeordnet ist, so dass die Nebenabtriebswelle gleichzeitig als Rotor der Expansionsmaschine fungiert. Auf diese Weise ist ein gleichermaßen platzsparender wie technisch einfacher und damit kostengünstiger Aufbau der erfindungsgemäßen Abwärmenutzungsvorrichtung möglich.

In einer weiterbildenden Ausführungsform kann der elektrische Generator auf der Nebenabtriebswelle angeordnet sein. Dann sind Expansionsmaschine und elektrischer Generator beide auf der Nebenabtriebswelle der Brennkraftmaschine platziert, wodurch sich der Platzbedarf für die erfindungsgemäße Abwärmenutzungsvorrichtung weiter reduzieren lässt.

Alternativ kann aber auch daran gedacht sein, den elektrischen Generator auf einer mit der Nebenabtriebswelle in Wirkverbindung stehenden separaten Generatorwelle anzuordnen. Auf diese Weise lässt sich der elektrische Generator räumlich beabstandet von der Expansionsmaschine anordnen, wenn dies beispielsweise aus technischen Gründen erforderlich sein sollte.

Vorzugsweise ist die Nebenabtriebswelle dann mittels eines Radtriebes, insbesondere eines Riementriebes oder Kettentriebes oder Zahnradtriebes, mit der Generatorwelle in antriebsverbunden. Auf diese Weise lässt sich ein Drehmoment der Nebenabtriebswelle auf technisch einfache Weise und zudem platzsparend auf die räumlich beabstandet von der Nebenabtriebswelle angeordnete Generatorwelle des elektrischen Generators übertragen. Der Radtrieb kann auch eine Getriebeeinheit umfassen, mittels derer ein bestimmtes Übersetzungsverhältnis zwischen einer Generatorwelle des elektrischen Generators und der Abtriebswelle realisiert werden kann. Auch diese Ausführungsform ermöglicht eine gleichermaßen flexible wie kompakte Bauweise der Abwärmenutzungsvorrichtung.

In einer besonders kompakten und damit platzsparenden Ausführungsform kann die Nebenabtriebswelle coaxial durch die Expansionsmaschine hindurchgeführt sein, derart, dass der elektrische Generator bzw. der Radtrieb auf einer der Brennkraftmaschine abgewandten Seite der Expansionsmaschine angeordnet ist. Alternativ kann die Nebenabtriebswelle auch coaxial durch den elektrischen Generator bzw. den Radtrieb durchgeführt sein, so dass der elektrische Generator bzw. der Radtrieb auf einer der Brennkraftmaschine zugewandten Seite der Expansionsmaschine auf der Nebenabtriebswelle angeordnet ist.

Um die von dem elektrischen Generator erzeugte elektrische Energie zur Leistungssteigerung dem Antriebsstrang des Kraftfahrzeugs wieder zuführen zu können, kann die Abwärmenutzungsvorrichtung ferner einen Elektromotor umfassen, welcher

durch den elektrischen Generator antreibbar ist. Hierzu kann der Elektromotor mit einer Hauptabtriebswelle der Brennkraftmaschine antriebsverbunden sein.

Alternativ oder zusätzlich kann in einer weiterbildenden Ausführungsform der elektrische Generator selbst als sog. Generator-Motor ausgebildet sein, so dass er in einem Schubbetriebszustand des Kraftfahrzeugs als elektrischer Generator zum Erzeugen von elektrischer Energie wirken und in einem Antriebsbetriebszustand des Kraftfahrzeugs als Elektromotor zum Antreiben der Nebenabtriebswelle des Kraftfahrzeugs wirken kann. In dem Antriebsbetriebszustand kann also in der Art eines sog. "Boosters" dem Antriebsstrang des Kraftfahrzeugs zusätzliche Antriebsleistung über die Hauptabtriebswelle (mittels eines separaten Elektromotors) oder über die Nebenabtriebswelle (mittels des als Generator-Motors ausgebildeten elektrischen Generators) zur Verfügung gestellt werden. Die zum Betrieb des Elektromotors bzw. Generator-Motors notwendige Energie kann dabei einem geeigneten elektrischen Energiespeicher, beispielsweise einer aufladbaren Batterie, entnommen werden. Die Aufladung dieses elektrischen Energiespeichers kann dann mittels des elektrischen Generators erfolgen, beispielsweise wenn sich das Kraftfahrzeug in einem Schubbetriebszustand befindet. In einem solchen Betriebszustand wird das Kraftfahrzeug nicht beschleunigt oder sogar abgebremst, so dass die von dem elektrischen Generator erzeugte elektrische Energie von dem Antriebsstrang des Kraftfahrzeugs nicht benötigt wird und stattdessen in dem elektrischen Energiespeicher zur späteren Verwendung zwischengespeichert werden kann.

Des Weiteren kann in einer weiterbildenden Ausführungsform der elektrische Generator derart ausgebildet sein, dass er umschaltbar ist zum wahlweisen Aufladen des elektrischen Energiespeichers, insbesondere der Batterie, oder zum Antreiben der Hauptabtriebswelle. Auf diese Weise kann die durch den elektrischen Generator erzeugte elektrische Energie energetisch effizient weiterverwendet werden.

Die Erfindung betrifft ferner ein Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine, die eine Hauptabtriebswelle und eine Nebenantriebswelle aufweist, und mit einer Abwärmenutzungsvorrichtung mit einem oder mehreren der oben genannten Merkmale. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben eines derart ausgebildeten Kraftfahrzeugs.

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.

Es zeigen, jeweils schematisch

- Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Abwärmenutzungsrichtung,
- Fig. 2 in grobschematischer Darstellung eine erste Variante des Ausführungsbeispiels gemäß der Figur 1,
- Fig. 3 in grobschematischer Darstellung eine zweite Variante des Ausführungsbeispiels gemäß der Figur 1,
- Fig. 4 in grobschematischer Darstellung eine dritte Variante des Ausführungsbeispiels gemäß der Figur 1.

In der Darstellung der Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Abwärmenutzungsrichtung mit 1 bezeichnet. Die Abwärmenutzungsrichtung 1 kann Teil eines Kraftfahrzeugs sein, welches in der Figur 1 global mit 25 bezeichnet ist und auch eine Brennkraftmaschine 2 mit einer Nebenabtriebswelle 4 umfasst. Die Abwärmenutzungsrichtung 1 kann zusammen mit der Brennkraftmaschine 2 in dem Kraftfahrzeug angeordnet sein (in der Figur 1 nicht gezeigt). Die Abwärmenutzungsrichtung 1 umfasst einen Abwärmenutzungskreis 3, in welchem ein Arbeitsmedium oder ein Arbeitsmittel zirkuliert. Der Abwärmenutzungskreis 3 kann insbesondere als Rankine-Kreisprozess bzw. als Clausius-Rankine-Kreisprozess ausgelegt sein.

Die Abwärmenutzungsvorrichtung 1 umfasst ferner eine Fördereinrichtung 5, einen Verdampfer 6, eine Expansionsmaschine 7 und einen Kondensator 8, die stromab der Fördereinrichtung 5 des Arbeitsmediums bzw. Arbeitsmittels in dem Abwärmenutzungskreis 3 hintereinander angeordnet sind. Die Fördereinrichtung 5 dient zum Fördern des Arbeitsmediums bzw. Arbeitsmittels gegen einen Hochdruck. Zweckmäßig kann die Fördereinrichtung 5 als volumetrische Pumpe ausgestaltet und hierzu mit einem Antriebsmotor 9 gekoppelt sein. Der Verdampfer 6 ist im Abwärmenutzungskreis 3 stromab der Fördereinrichtung 5 angeordnet und dient zum Verdampfen des Arbeitsmediums bzw. Arbeitsmittels, wozu der Verdampfer 6 Abwärme der Brennkraftmaschine 2 nutzt. Gemäß dem Ausführungsbeispiel ist der Verdampfer 6 dazu wärmeübertragend mit einer Abgasanlage 10 der Brennkraftmaschine 2 gekoppelt, wobei ein entsprechender Wärmestrom durch einen Pfeil mit dem Bezugszeichen 11 angedeutet ist. Die Brennkraftmaschine 2 kann außerdem eine Frischluftanlage 12 aufweisen.

Die Expansionsmaschine 7 ist im Abwärmenutzungskreis 3 stromab des Verdampfers 6 angeordnet und dient zum Expandieren des Arbeitsmediums bzw. Arbeitsmittels auf einen Niederdruckpunkt. Dabei kann die Expansionsmaschine 7 beispielsweise als Turbine mit einem Rotor und einem mit dem Rotor drehfest verbundenen Turbinenrad ausgebildet sein. Beispielfhaft könnte man ebenso einen Kolbenexpander anführen. Dem Turbinenrad entspricht in diesem Falle die Kurbelwelle des Kolbenexpanders. Der Kondensator 8 ist im Abwärmenutzungskreis 3 stromab der Expansionsmaschine 7 angeordnet und dient zum Kondensieren des Arbeitsmediums bzw. Arbeitsmittels. Hierzu wird dem Arbeitsmedium bzw. dem Arbeitsmittel Wärme entzogen, was mit einem Pfeil mit dem Bezugszeichen 15 angedeutet ist. Die Expansionsmaschine 7 ist zum Zwecke der Energierückführung direkt mit der Nebenabtriebswelle 4 der Brennkraftmaschine antriebsverbunden. Dies bedeutet insbesondere, dass die Nebenabtriebswelle 4 gleichzeitig als ein Rotor der Expansionsmaschine 7 fungiert. Mittels der Expansionsmaschine 7 wird hierfür dem Arbeitsmedium bzw. Arbeitsmittel Energie entzogen, und zwar in Form mechanischer Arbeit, mittels derer die Nebenabtriebswelle 4 der Brennkraftmaschine 2 angetrieben wird.

Zudem weist die Abwärmenutzungsvorrichtung 1 auch einen elektrischen Generator 13 auf, welcher ebenfalls mit der Nebenabtriebswelle 4 antriebsverbunden ist, und zwar auf direkte oder indirekte Weise. In der Figur 1 ist eine indirekte Antriebsverbindung gezeigt, die beispielsweise in Form eines Radtriebes 14 realisiert sein kann, mittels welchem die Nebenabtriebswelle 4 der Brennkraftmaschine 1 mit einer Generatorwelle 16 des

elektrischen Generators 13 zur Leistungsübertragung in Wirkverbindung stehen kann. Der Radtrieb 14 kann dabei als Riementrieb, Kettentriebes oder/und Zahnradtrieb ausgebildet sein. Grundsätzlich kann im Sinne einer indirekten Antriebsübertragung jedoch jedes Bauelement gemeint sein, welches sich zur Übertragung einer Antriebsleistung von der Nebenabtriebswelle 4 zu einer von dieser beabstandet angeordneten, also separaten Generatorwelle 16 eignet. Dazu zählt insbesondere auch eine herkömmliche Getriebeeinheit.

Gemäß der in der Figur 2 grobschematisch dargestellten direkten Antriebsverbindung ist der elektrische Generator 13 direkt auf der Nebenabtriebswelle 4 der Brennkraftmaschine 2 angeordnet, d.h. die Nebenabtriebswelle 4 fungiert gleichzeitig als Rotor des elektrischen Generators 13. In der in der Figur 2 gezeigten Variante ist die Nebenabtriebswelle 4 dabei coaxial durch den elektrischen Generator 13 durchgeführt, so dass der elektrische Generator 13 auf einer der Brennkraftmaschine 2 zugewandten Seite der Expansionsmaschine 7 auf der Nebenabtriebswelle 4 angeordnet ist.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 kann die Abwärmenutzungsvorrichtung 1 nun ferner einen Elektromotor 18 umfassen, welcher mit einer Hauptabtriebswelle 17 der Brennkraftmaschine 2 in Antriebsverbindung steht. Dazu kann ein relativ zu einem Stator des Elektromotors 18 drehbarer Rotor des Elektromotors 18 drehfest mit einer Hauptabtriebswelle 17 der Brennkraftmaschine 2 verbunden sein. Der Elektromotor 18 kann dabei durch von dem elektrischen Generator 13 erzeugte elektrische Energie angetrieben werden und somit für die Hauptabtriebswelle 17 der Brennkraftmaschine 2 eine zusätzliche Antriebsleistung bereitstellen. Die Übertragung der elektrischen Energie von dem elektrischen Generator 13 zu dem Elektromotor 18 kann mittels geeigneter elektrischer Übertragungsmittel 19 erfolgen, beispielsweise in Form von herkömmlichen elektrischen Leitungen. Eine durch den Elektromotor 18 erzeugte zusätzliche Antriebsleistung kann über die Hauptabtriebswelle 17 direkt in einen Antriebsstrang 20 des Kraftfahrzeugs eingeleitet werden (vgl. Fig. 2).

Ferner kann der elektrische Generator 13 wie in der Fig. 1 gezeigt zum Aufladen eines elektrischen Energiespeichers 21, insbesondere einer aufladbaren Batterie, verwendet werden. Vorzugsweise erfolgt ein derartiges Aufladen des elektrischen Energiespeichers 21 mittels von dem elektrischen Generator 13 erzeugter elektrischer Energie genau dann, wenn von dem durch die Brennkraftmaschine 2 angetriebenen Kraftfahrzeug kein Drehmoment angefordert wird, beispielsweise wenn das Kraftfahrzeug nicht beschleunigt oder sogar abgebremst werden soll. Ein solcher Betriebszustand des Kraftfahrzeugs wird

üblicherweise auch als Schubbetriebszustand bezeichnet. In diesem Fall ist es nicht erforderlich bzw. erwünscht, dass mittels des Elektromotors 18 der Hauptabtriebswelle 17 und somit dem Antriebsstrang 20 ein unterstützendes Drehmoment zugeführt wird. Dann bietet es sich an, die durch den elektrischen Generator 13 erzeugte elektrische Energie in dem elektrischen Energiespeicher 21 zur späteren Verwendung zwischenzuspeichern.

Die in dem elektrischen Energiespeicher 21 gespeicherte elektrische Energie kann dabei im Bedarfsfall auf verschiedenste Art und Weise wiederverwendet werden, beispielsweise um verschiedene Fahrzeug-Komponenten, insbesondere verschiedene elektrische Verbraucher, des Kraftfahrzeugs mit elektrischer Energie zu versorgen, aber auch um den Elektromotor 18 anzutreiben, wenn dem Hauptabtriebswelle 17 ein zusätzliches Drehmoment zugeführt werden soll. In diesem Fall kann die in dem elektrischen Energiespeicher 21 gespeicherte elektrische Energie durch geeignete elektrische Übertragungsmittel 22, beispielsweise durch herkömmliche elektrische Übertragungsleitungen, von dem elektrischen Energiespeicher 21 zu dem Elektromotor 18 übertragen werden.

In einer vorteilhaften Variante kann zur Leistungssteigerung der Brennkraftmaschine 2 der elektrische Generator 13 als sog. Generator-Motor ausgebildet sein und somit bedarfsweise selbst als Elektromotor betrieben werden, so dass eine Antriebsleistung des als Elektromotor betriebenen elektrischen Generators 13 über die Nebenabtriebswelle 4 in den Triebstrang 20 des Kraftfahrzeugs eingeleitet wird. Der Generator-Motor kann dabei mittels in dem elektrischen Energiespeicher 21 gespeicherter elektrischer Energie angetrieben werden. Eine derartige leistungssteigernde Verwendung des Generator-Motors wird auch als "Booster"-Betriebszustand der Brennkraftmaschine 2 bezeichnet.

In einer weiteren Variante kann der elektrische Generator 13 auch derart ausgebildet sein, dass er umschaltbar ist zum wahlweisen Aufladen des elektrischen Energiespeichers 21 oder zum Antreiben der Hauptabtriebswelle 17 der Brennkraftmaschine 2 (mittels des Elektromotors 18). Ein Aufladen des elektrischen Energiespeichers 21 bietet sich dabei, wie bereits erwähnt, gerade dann an, wenn sich das Kraftfahrzeug in dem Schubbetriebszustand befindet.

Zur Steuerung des elektrischen Generators 13 (einschließlich eines Umschaltens der Betriebszustände) oder/und des Elektromotors 18 kann in der Abwärmenutzungs-

vorrichtung 1 eine geeignete Steuerungsvorrichtung (in den Figuren nicht gezeigt) bereitgestellt sein.

In einer in den Fig. 3 und 4 gezeigten und besonders platzsparenden Variante der direkten Antriebsverbindung zwischen elektrischem Generator 13 und Nebenabtriebswelle 4 kann nun die Nebenabtriebswelle 4 coaxial durch die Expansionsmaschine 7 durchgeführt sein, so dass der elektrische Generator 13 (Fig. 3) bzw. der Radtrieb 14 (Fig.4) auf einer der Brennkraftmaschine 2 abgewandten Seite der Expansionsmaschine 7 angeordnet ist.

Die in dem Ausführungsbeispiel gemäß der Figuren 1 bis 4 beschriebene Brennkraftmaschine 2 kann nun erfindungsgemäß im Rahmen eines Betriebsverfahren für das Kraftfahrzeug 25 verwendet werden, welches neben der erfindungsgemäßen Abwärmenutzungsvorrichtung 1 wie in der Figur 1 gezeigt ferner eine Brennkraftmaschine 2 mit einer Nebenabtriebswelle 4 aufweist. Entsprechend dem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren kann das Kraftfahrzeug 25 dabei in verschiedenen Betriebszuständen betrieben werden.

So wird erfindungsgemäß während eines Schubbetriebszustands des Kraftfahrzeugs 25 Abtriebsenergie der Expansionsmaschine 7 und Abtriebsenergie der Nebenabtriebswelle 4 mittels des elektrischen Generators 13 in elektrische Energie umgewandelt.

Demgegenüber wird während eines Antriebsbetriebszustands des Kraftfahrzeugs 25 Abtriebsenergie der Expansionsmaschine 7 über die Nebenabtriebswelle 4 in den Triebstrang 20 des Kraftfahrzeugs 25 eingeleitet. In einer speziellen Variante des Antriebsbetriebszustands, dem sog. "Booster-Betriebszustand", wird in dem Antriebsbetriebszustand zur Leistungssteigerung der elektrische Generator 13 als Elektromotor betrieben und eine Abtriebsenergie des Elektromotors 13 über die Nebenabtriebswelle 4 in den Triebstrang 20 des Kraftfahrzeugs 2 eingeleitet.

Patentansprüche

1. Abwärmenutzungsvorrichtung (1) für ein Kraftfahrzeug,
 - mit einem Abwärmenutzungskreis (3), in dem ein Arbeitsmittel zirkuliert,
 - mit einer im Abwärmenutzungskreis (3) angeordneten Fördereinrichtung (5) zum Antreiben des Arbeitsmittels,
 - mit einem im Abwärmenutzungskreis (3) stromab der Fördereinrichtung (5) angeordneten Verdampfer (6) zum Verdampfen des Arbeitsmittels,
 - mit einer im Abwärmenutzungskreis (3) stromab des Verdampfers (6) angeordneten Expansionsmaschine (7) zum Entspannen des Arbeitsmittels,
 - mit einem im Abwärmenutzungskreis (3) stromab der Expansionsmaschine (7) angeordneten Kondensator (8) zum Kondensieren des Arbeitsmittels,
 - mit einem elektrischen Generator (13), der mit einer Nebenabtriebswelle (4) einer Brennkraftmaschine (2) des Kraftfahrzeugs direkt oder indirekt antriebsverbunden ist,
 - wobei die Expansionsmaschine (7) zur Energierückführung direkt mit der Nebenabtriebswelle (4) der Brennkraftmaschine (2) antriebsverbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Nebenabtriebswelle (4) der Brennkraftmaschine (2) ein Rotor der Expansionsmaschine (7) ist.
2. Abwärmenutzungsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Generator (13) auf der Nebenabtriebswelle (4) angeordnet ist.
3. Abwärmenutzungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

der elektrische Generator (13) auf einer mit der Nebenabtriebswelle in Wirkverbindung (4) stehenden separaten Generatorwelle (16) angeordnet ist.

4. Abwärmenutzungsvorrichtung (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Nebenabtriebswelle (4) mittels eines Radtriebes (14), insbesondere eines Riementriebes oder Kettentriebes oder Zahnradtriebes, mit der Generatorwelle (16) antriebsverbunden ist.
5. Abwärmenutzungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Nebenabtriebswelle (4) koaxial durch die Expansionsmaschine (7) durchgeführt ist, derart, dass der elektrische Generator (13) bzw. der Radtrieb (14) auf einer der Brennkraftmaschine (2) abgewandten Seite der Expansionsmaschine (7) angeordnet ist, oder
 - die Nebenabtriebswelle (4) koaxial durch den elektrischen Generator (13) bzw. den Radtrieb (14) durchgeführt ist, so dass der elektrische Generator (13) auf einer der Brennkraftmaschine (2) zugewandten Seite der Expansionsmaschine (7) auf der Nebenabtriebswelle (4) angeordnet ist.
6. Abwärmenutzungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Abwärmenutzungsvorrichtung (1) einen Elektromotor (18) umfasst, welcher durch den elektrischen Generator (13) antreibbar ist,
 - der Elektromotor (18) mit einer Hauptabtriebswelle (17) der Brennkraftmaschine (2) antriebsverbunden ist.
7. Abwärmenutzungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Generator (13) als Generator-Motor ausgebildet ist, derart, dass er in einem Schubbetriebszustand des Kraftfahrzeugs als elektrischer Generator zum Erzeugen von elektrischer Energie wirkt und in einem Antriebsbetriebszustand des Kraftfahrzeugs als Elektromotor zum Antreiben der Nebenabtriebswelle (4) des Kraftfahrzeugs wirkt.

8. Kraftfahrzeug,
 - mit einer Brennkraftmaschine (2), die eine Hauptabtriebswelle (17) und eine Nebenantriebswelle (4) aufweist,
 - mit einer Abwärmenutzungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
9. Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs, welches eine Brennkraftmaschine (2) und eine Abwärmenutzungsvorrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist,
 - gemäß welchem während eines Schubbetriebszustands des Kraftfahrzeugs Abtriebsenergie der Expansionsmaschine (7) und Abtriebsenergie der Nebenabtriebswelle (4) mittels des elektrischen Generators (13) in elektrische Energie umgewandelt wird,
 - gemäß welchem während eines Antriebsbetriebszustands des Kraftfahrzeugs Abtriebsenergie der Expansionsmaschine (7) über die Nebenabtriebswelle (4) in den Triebstrang (20) des Kraftfahrzeugs eingeleitet wird,
 - gemäß welchem in dem Antriebsbetriebszustand zur Leistungssteigerung der elektrische Generator (13) als Elektromotor betrieben wird und eine Abtriebsenergie des Elektromotors über die Nebenabtriebswelle (4) in den Triebstrang (20) des Kraftfahrzeugs eingeleitet wird.

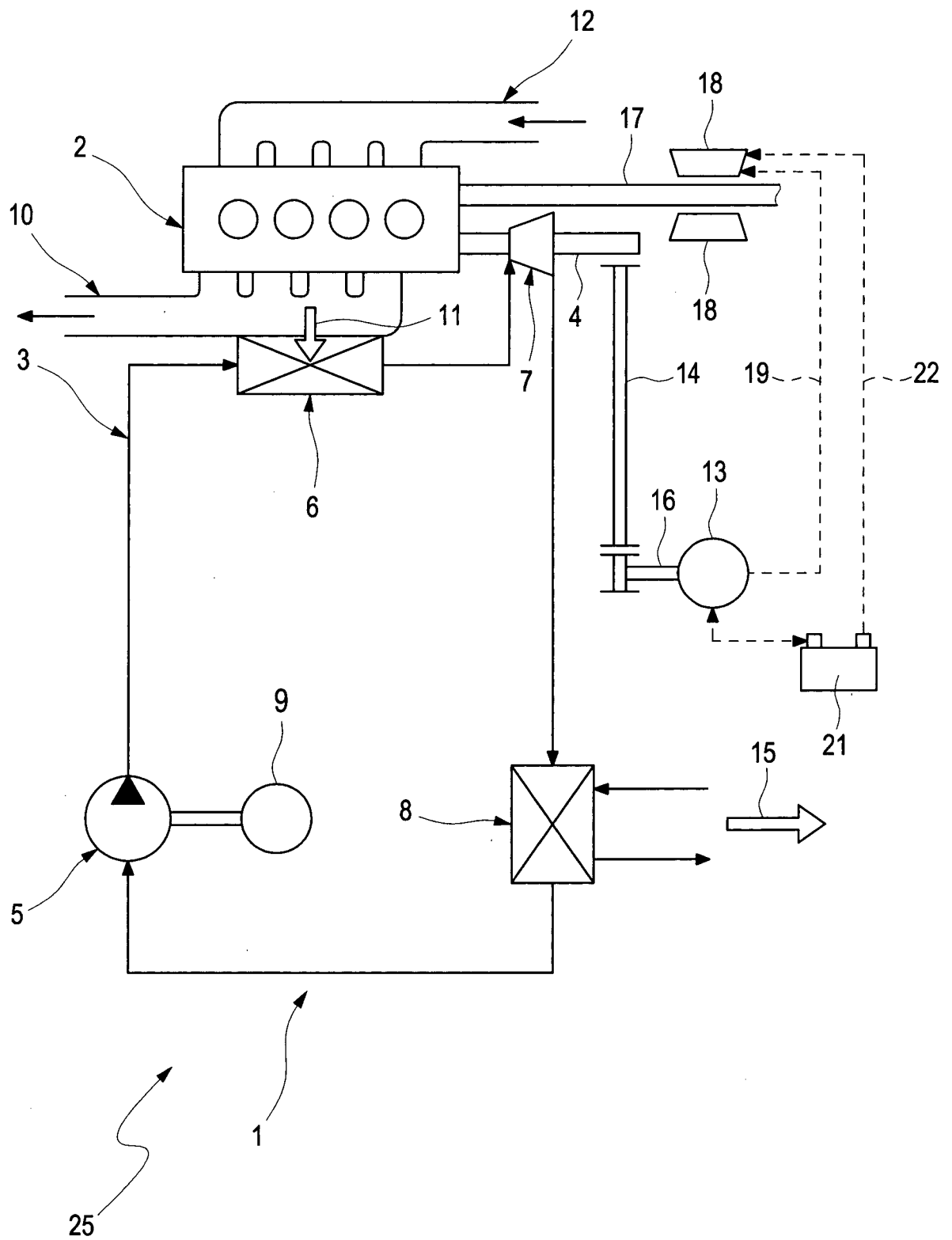


Fig. 1

2/3

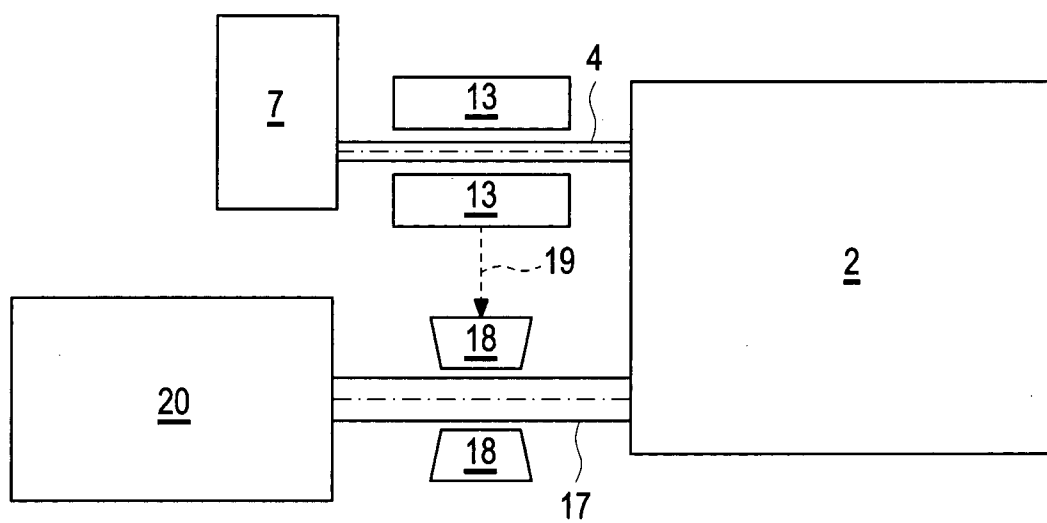


Fig. 2

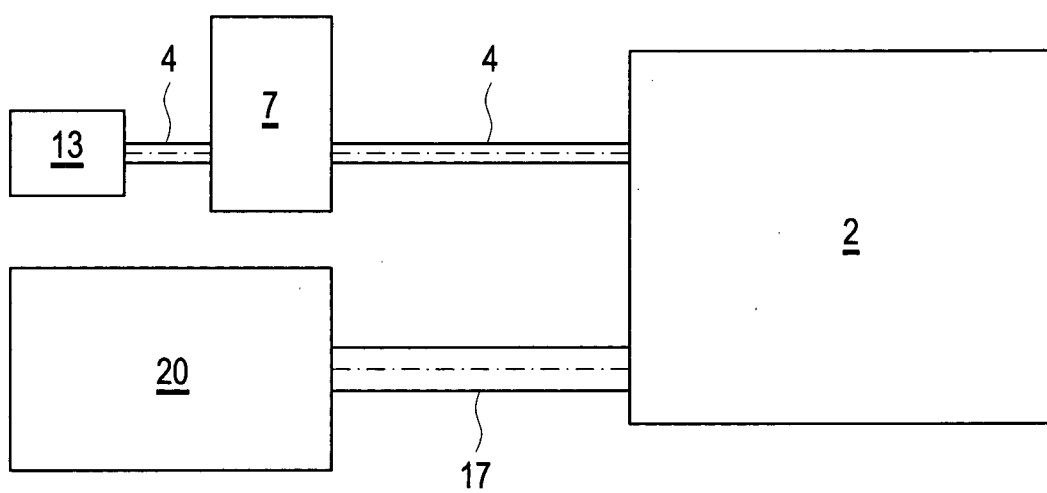


Fig. 3

3/3

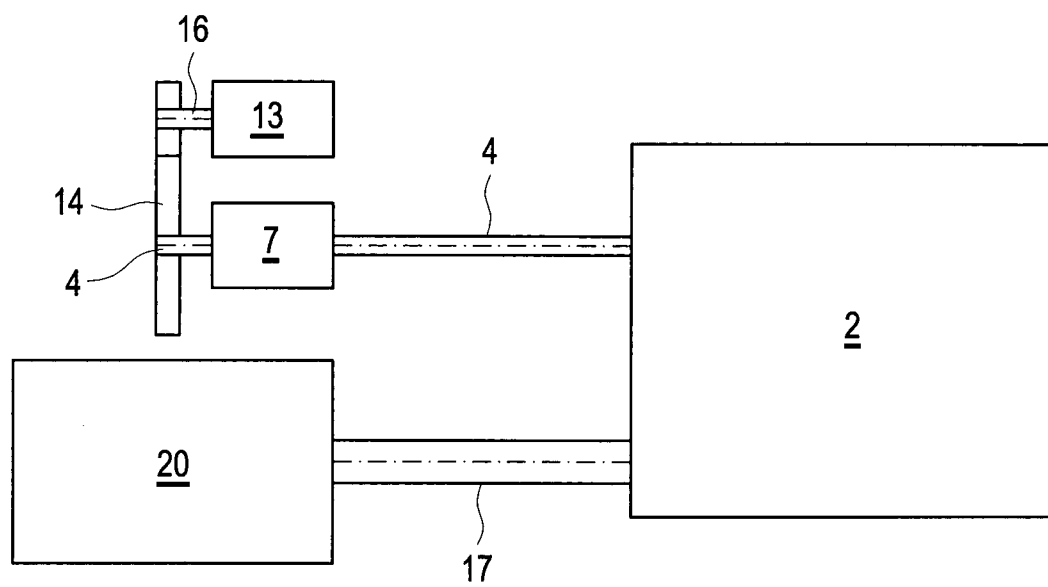


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/000652

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02G5/02 F01K23/06
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)
F02G 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	EP 1 249 585 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 16 October 2002 (2002-10-16) cited in the application figures 1,2	1-9
X	JP S59 221409 A (TOYO RADIATOR CO LTD) 13 December 1984 (1984-12-13) abstract	1-9
X	US 2009/031724 A1 (RUIZ VICTORIANO [US]) 5 February 2009 (2009-02-05) paragraphs [0023], [0025]	1-9
X	DE 10 2005 051428 A1 (DENSO CORP [JP]; NIPPON SOKEN [JP]) 24 May 2006 (2006-05-24) paragraph [0236]; figure 32	1-9
	-/--	



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 August 2013

Date of mailing of the international search report

28/08/2013

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

Yates, John

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/000652

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 41 41 051 A1 (SLOMKOWSKI WOJCIECH [DE]) 17 June 1993 (1993-06-17) column 3, line 16 - line 29; figures 1,2 -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/000652

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1249585	A1	16-10-2002	DE 60113063 D1 06-10-2005
			DE 60113063 T2 02-03-2006
			EP 1249585 A1 16-10-2002
			JP 4229559 B2 25-02-2009
			JP 2001207910 A 03-08-2001
			US 2003188728 A1 09-10-2003
			WO 0153670 A1 26-07-2001

JP S59221409	A	13-12-1984	NONE

US 2009031724	A1	05-02-2009	NONE

DE 102005051428	A1	24-05-2006	DE 102005051428 A1 24-05-2006
			US 2006107681 A1 25-05-2006
			US 2008184706 A1 07-08-2008

DE 4141051	A1	17-06-1993	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02G5/02 F01K23/06
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02G 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	EP 1 249 585 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 16. Oktober 2002 (2002-10-16) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1,2 -----	1-9
X	JP S59 221409 A (TOYO RADIATOR CO LTD) 13. Dezember 1984 (1984-12-13) Zusammenfassung -----	1-9
X	US 2009/031724 A1 (RUIZ VICTORIANO [US]) 5. Februar 2009 (2009-02-05) Absätze [0023], [0025] -----	1-9
X	DE 10 2005 051428 A1 (DENSO CORP [JP]; NIPPON SOKEN [JP]) 24. Mai 2006 (2006-05-24) Absatz [0236]; Abbildung 32 ----- -/-	1-9

☒ 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. August 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/08/2013

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

Yates, John

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 41 41 051 A1 (SLOMKOWSKI WOJCIECH [DE]) 17. Juni 1993 (1993-06-17) Spalte 3, Zeile 16 - Zeile 29; Abbildungen 1,2 -----	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/000652

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1249585	A1	16-10-2002	DE 60113063 D1 06-10-2005
			DE 60113063 T2 02-03-2006
			EP 1249585 A1 16-10-2002
			JP 4229559 B2 25-02-2009
			JP 2001207910 A 03-08-2001
			US 2003188728 A1 09-10-2003
			WO 0153670 A1 26-07-2001

JP S59221409	A	13-12-1984	KEINE

US 2009031724	A1	05-02-2009	KEINE

DE 102005051428	A1	24-05-2006	DE 102005051428 A1 24-05-2006
			US 2006107681 A1 25-05-2006
			US 2008184706 A1 07-08-2008

DE 4141051	A1	17-06-1993	KEINE
