

(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
30. Mai 2014 (30.05.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/079524 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02G 1/043 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/002960

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Oktober 2013 (02.10.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 111 410.2
26. November 2012 (26.11.2012) DE

(71) Anmelder: WABCO GMBH [DE/DE]; Am Lindener
Hafen 21, 30453 Hannover (DE).

(72) Erfinder: KAISER, Gunter; Winterbergstr. 95 B, 01237
Dresden (DE). KLIER, Jürgen; Mendelssohnallee 8,
01309 Dresden (DE). KUHN, Moritz; Mosenstr. 3, 01309
Dresden (DE).

(74) Anwalt: LAUERWALD, Jörg; WABCO GMBH, Am
Lindener Hafen 21, 30453 Hannover (DE).

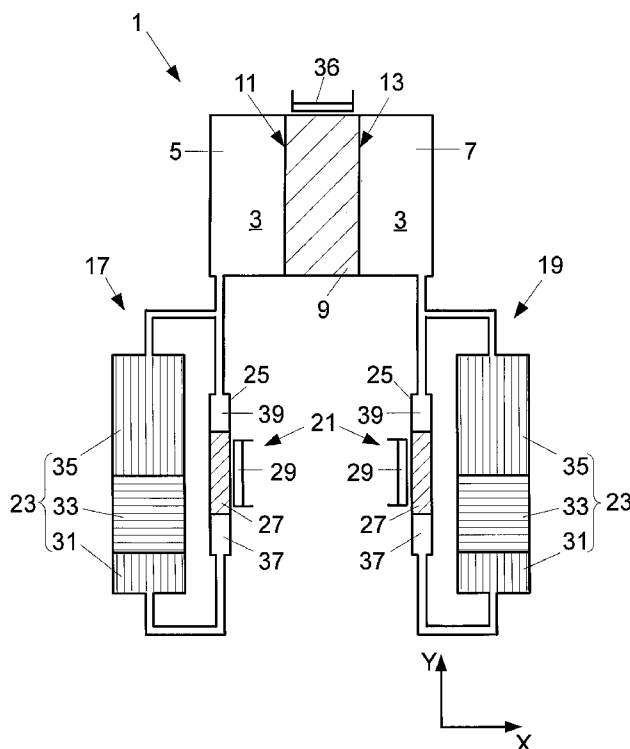
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HEAT ENGINE

(54) Bezeichnung : WÄRMEKRAFTMASCHINE



Figur 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for
operating a heat engine, and to a heat engine, having:
a working chamber with a working piston and a drive section
with a displacer device and a heat exchanging device,
wherein the heat engine is configured in such a way that, in a
pressure build-up cycle, liquid working fluid is displaced by
means of the displacer device via a cold side to a warm side of
the heat exchanging device and is evaporated in the process,
wherein the pressure in the working chamber rises
from a low pressure to a high pressure, and, in a pressure
dissipation cycle, gaseous working fluid is displaced via the
warm side to the cold side of the heat exchanging device and
is liquefied in the process, wherein the pressure in the
working chamber drops from the high pressure to the low
pressure.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein
Verfahren zum Betreiben einer Wärmekraftmaschine und
eine Wärmekraftmaschine, aufweisend: einen Arbeitsraum
mit einem Arbeitskolben und einen Antriebsabschnitt mit
einer Verdrängervorrichtung und einer
Wärmetauschkvorrichtung, wobei die Wärmekraftmaschine
derart ausgebildet ist, dass mittels der Verdrängervorrichtung
in einem Druckaufbautakt

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



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)

flüssiges Arbeitsfluid über eine Kaltseite zu einer Warmseite der Wärmetauscheinrichtung verschoben und dabei verdampft wird, wobei der Druck im Arbeitsraum von einem Niederdruck auf einen Hochdruck steigt, und in einem Druckabbautakt gasförmiges Arbeitsfluid über die Warmseite zu der Kaltseite der Wärmetauscheinrichtung verschoben und dabei verflüssigt wird, wobei der Druck im Arbeitsraum von dem Hochdruck auf den Niederdruck sinkt.

Wärmekraftmaschine

Die Erfindung betrifft eine Wärmekraftmaschine, d.h. eine Maschine zur Umwandlung von thermischer Energie in mechanische Energie, und ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Wärmekraftmaschine.

Thermodynamische Kreisprozesse ermöglichen die Umwandlung von thermischer in mechanische Energie. Es sind vielfältige Realisierungen solcher Kreisprozesse mittels entsprechender Wärmekraftmaschinen bekannt, z.B. mittels Stirling-Maschinen oder Rankine-Maschinen. Stirling-Maschinen weisen, wenn sie mittels einer Wärmequelle mit einer geringen Temperatur (z.B. zwischen 100 °C und 500 °C) betrieben werden, nur geringe volumetrische Leistungsdichten auf und müssen mit hohen Mitteldrücken betrieben werden. Rankine-Maschinen wiederum können auch mittels Niedertemperatur-Wärmequellen hohe Leistungsdichten erreichen, benötigen jedoch zur Realisierung des zugehörigen Kreisprozesses komplexe und wartungsintensive Vorrichtungen, die z.B. gesteuerte Nebenaggregate (z.B. Kondensatpumpen, Hauptschieber und Hilfs-schieber) erfordern.

Durch die Erfindung wird eine Wärmekraftmaschine geschaffen, die mit einem unkomplizierten und kompakten Aufbau realisierbar ist und auch bei Betrieb mittels einer Niedertemperatur-Wärmequelle einen hohen Wirkungsgrad ermöglicht. Zudem wird durch die Erfindung ein entsprechendes Verfahren zum Betreiben einer Wärmekraftmaschine bereitgestellt.

Gemäß der Erfindung wird eine Wärmekraftmaschine zum Umwandeln von thermischer in mechanische Energie mittels eines Arbeitsfluids bereitgestellt. Die Wärmekraftmaschine weist einen Arbeitsraum (auch als Arbeitskammer oder Arbeitszylinder bezeichnet) mit einem darin angeordneten Arbeitskolben auf, wobei der Arbeitskolben derart bewegbar in dem Arbeitsraum aufgenommen ist, dass das Volumen des Arbeitsraumes entsprechend der Position (bzw. der Bewegung) des Arbeitskolbens variiert (z.B. indem eine Begrenzungsfläche des Arbeitsraumes von einer der beiden Stirnflächen des Arbeitskolbens gebildet ist). Die Wärmekraftmaschine weist zudem einen Antriebsabschnitt (nachfolgend auch als „thermischer Kopf“ bezeichnet) mit einer Verdrängervorrichtung und einer Wärmetauschvorrichtung auf, wobei der Antriebsabschnitt zum Ein-

koppeln thermischer Energie vorgesehen ist. Innerhalb des Antriebsabschnitts ist die Verdränger-vorrichtung parallel zu der Wärmetauschvorrichtung geschaltet und steht in Fluidverbindung mit derselben (d.h. das Arbeitsfluid kann von der Verdränger-vorrichtung zu der Wärmetauschvorrichtung verschoben werden und umgekehrt).

5

Die Wärmetauschvorrichtungen weist eine Warmseite zum Erhitzen des Arbeitsfluids und eine Kaltseite zum Kühlen des Arbeitsfluids auf. Der Antriebsabschnitt ist seriell zu dem Arbeitsraum geschaltet (d.h. steht in serieller Fluidverbindung mit demselben), wobei der Antriebsabschnitt an einer Position zwischen der Warmseite der Wärmetausch-
10 vorrichtung und der Verdrängervorrichtung an den Arbeitsraum angebunden ist.

Die Wärmekraftmaschine ist als 2-Phasen-Verdränger-Wärmekraftmaschine ausgebildet, d.h. während des Betriebs der Wärmekraftmaschine durchläuft das Arbeitsfluid abwechselnd Phasenübergänge zwischen der flüssigen und der gasförmigen bzw. über-
15 kritischen Phase, wobei die Wärmekraftmaschine als Verdrängermaschine (insbesondere nach dem sog. Gamma-Prinzip, wonach Arbeitskolben und Verdrängerkolben in unterschiedlichen Zylindern bzw. Räumen angeordnet sind) realisiert ist. Als Arbeitsfluid kann z.B. Toluol, Ethanol, Tetrafluorethan (R134a) oder ein sonstiges Kältemittel verwendet werden.

20

Der Antriebsabschnitt ist (mittels entsprechender Ausbildung der Verdrängervorrichtung und der Wärmetauschvorrichtung) derart ausgebildet, dass in einem Druckaufbauschritt bzw. Druckaufbautakt mittels der Verdrängervorrichtung flüssiges Arbeitsfluid über die Kaltseite zu der Warmseite der Wärmetauschvorrichtung verschoben und dabei (z.B. an
25 der Warmseite) verdampft wird, wodurch der Druck im Arbeitsraum von einem vorgegebenen Niederdruck auf einen (demgegenüber höheren) vorgegebenen Hochdruck steigt. Der Antriebsabschnitt bzw. die Verdrängervorrichtung kann z.B. derart ausgebildet sein, dass in dem Druckaufbautakt das flüssige Arbeitsfluid derart (schnell) zu der Warmseite der Wärmetauschvorrichtung verschoben und dort verdampft wird, dass
30 während des Druckaufbautaktes eine Zunahme des Druckes im Arbeitsraum bis zum Erreichen des vorgegebenen Hochdruckes bei gleichbleibendem oder im Wesentlichen gleichbleibenden Volumen des Arbeitsraumes erfolgt, d.h. eine isochore Zustandsänderung stattfindet. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass bereits während des Druckaufbautaktes bis zum Erreichen des vorgegebenen Hochdrucks eine Zunahme

des Arbeitsraumvolumens stattfindet, wobei der Arbeitskolben durch das in den Arbeitsraum expandierende gasförmige Arbeitsfluid in eine erste Richtung bewegt wird.

Der Antriebsabschnitt ist (mittels entsprechender Ausbildung der Verdrängervorrichtung und der Wärmetauschvorrichtung) zudem derart ausgebildet, dass in einem Druckabbauschritt bzw. Druckabbautakt mittels der Verdrängervorrichtung gasförmiges Arbeitsfluid über die Warmseite zu der Kaltseite der Wärmetauschvorrichtung verschoben und dabei (z.B. an der Kaltseite) verflüssigt wird, wodurch der Druck im Arbeitsraum von dem Hochdruck auf den Niederdruck sinkt. Der Antriebsabschnitt bzw. die Verdrängervorrichtung kann z.B. derart ausgebildet sein, dass in dem Druckabbautakt das gasförmige Arbeitsfluid derart (schnell) zu der Kaltseite der Wärmetauschvorrichtung verschoben und dort verflüssigt wird, dass während des Druckabbautaktes eine Abnahme des Druckes im Arbeitsraum bis zum Erreichen des vorgegebenen Niederdruckes bei gleichbleibendem oder im Wesentlichen gleichbleibendem Volumen des Arbeitsraumes erfolgt, d.h. eine isochore Zustandsänderung stattfindet. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass bereits während des Druckabbautaktes bis zum Erreichen des vorgegebenen Niederdruckes eine Abnahme des Arbeitsraumvolumens stattfindet, wobei der Arbeitskolben aufgrund des Druckabbaus in eine zweite Richtung – die der ersten Richtung entgegen gerichtet ist – bewegt wird.

20

Somit kann an dem Antriebsabschnitt Energie in die Wärmekraftmaschine eingekoppelt werden, indem an der Wärmetauschvorrichtung thermische Energie zum Verdampfen und Überhitzen des flüssigen Arbeitsfluides eingekoppelt wird und an der Verdrängervorrichtung mechanische Energie zum Verschieben des Arbeitsfluides eingekoppelt wird. Mittels der eingekoppelten Energie wird der Arbeitskolben aufgrund des abwechselnden Druckaufbaus und Druckabbaus innerhalb des Arbeitsraumes periodisch hin- und her bewegt, wobei an dem Arbeitskolben mechanische Energie bzw. Arbeit ausgekoppelt werden kann. Indem die Wärmekraftmaschine lediglich die o.g. (wenigen) Bestandteile erfordert und zudem lediglich in dem Arbeitskolben und der Verdrängervorrichtung bewegbare Teile aufweist, kann die Wärmekraftmaschine mit einem unkomplizierten und kompakten Aufbau realisiert werden. Die Wärmekraftmaschine kann z.B. (ausschließlich) aus dem Antriebsabschnitt mit dem daran angebundenen Arbeitsraum samt Arbeitskolben bestehen. Indem die Verdrängervorrichtung parallel zu der Wärmetauschvorrichtung geschaltet ist und an ihrer einen Seite mit der Warmseite der Wärme-

tauschvorrichtung sowie dem Arbeitsraum und an ihrer anderen Seite mit der Kaltseite der Wärmetauschvorrichtung in Fluidverbindung steht, kann die Wärmekraftmaschine mit einem hohen Druckverhältnis (d.h. Verhältnis des vorgegebenen Hochdrucks zu dem vorgegebenen Niederdruck) betrieben werden, wodurch – auch wenn an der

5 Warmseite der Wärmetauschvorrichtung lediglich geringfügig höhere Temperaturen gegenüber der Antriebsseite vorliegen – eine hohe Leistungsdichte ermöglicht ist.

Die Wärmekraftmaschine kann z.B. derart ausgebildet sein, dass das Druckverhältnis, d.h. das Verhältnis des vorgegebenen Hochdrucks zu dem vorgegebenen Niederdruck,

10 bei bis zu 20:1 liegt. Des Weiteren kann die Wärmekraftmaschine je nach Arbeitsfluid derart ausgebildet sein, dass die Temperatur an der Warmseite der Wärmetauschvorrichtung (z.B. an dem Überhitzer) einen (z.B. konstanten oder örtlich verteiltem Anstieg) Wert zwischen 50 °C und 500 °C aufweist.

15 Gemäß einer Ausführungsform ist der Antriebsabschnitt bzw. die Verdrängervorrichtung derart ausgebildet, dass nach dem Druckaufbautakt (zwischen dem Druckaufbautakt und dem nachfolgenden Druckabbautakt), d.h. nachdem der Druck im Arbeitsraum den vorgegebenen Hochdruck bzw. Hochdruck-Wert erreicht, in einem Expansionsschritt bzw. Expansionstakt mittels der Verdrängervorrichtung weiterhin flüssiges Arbeitsfluid

20 derart über die Kaltseite zu der Warmseite der Wärmetauschvorrichtung verschoben und dabei verdampft wird, dass das gasförmige Arbeitsfluid unter Aufrechterhaltung des Hochdruckes in dem Arbeitsraum in denselben expandiert und dabei den Arbeitskolben unter Vergrößerung des Volumens des Arbeitsraumes in die erste Richtung bewegt, d.h. eine isobare oder im Wesentlichen isobare Expansion stattfindet.

25

Zudem kann der Antriebsabschnitt bzw. die Verdrängervorrichtung derart ausgebildet sein, dass nach dem Druckabbautakt (zwischen dem Druckabbautakt und dem nachfolgenden Druckaufbautakt), d.h. nachdem der Druck im Arbeitsraum den vorgegebenen Niederdruck bzw. Niederdruck-Wert erreicht, in einem Kontraktionsschritt bzw. Kontrak-

30 tionstakt mittels der Verdrängervorrichtung weiterhin gasförmiges Arbeitsfluid derart über die Warmseite zu der Kaltseite der Wärmetauschvorrichtung verschoben und dabei verflüssigt wird, dass das Arbeitsfluid unter Aufrechterhaltung des Niederdruckes in dem Arbeitsraum an der Kaltseite der Wärmetauschvorrichtung verflüssigt wird und dabei der Arbeitskolben unter Verkleinerung des Volumens des Arbeitsraums in die zweite

Richtung bewegt wird, d.h. eine isobare oder im Wesentlichen isobare Kontraktion bzw. Kompression stattfindet.

Bei der Expansion des gasförmigen Arbeitsfluides in das Arbeitsraumvolumen und der
5 damit einhergehenden Bewegung des Arbeitskolbens derart, dass das Volumen des Arbeitsraumes vergrößert wird, leistet das gasförmige Arbeitsfluid Arbeit an dem Arbeitskolben. Bei der Verflüssigung bzw. Kondensation des Arbeitsfluids unter Volumenverkleinerung und der damit einhergehenden Bewegung des Arbeitskolbens derart, dass das Volumen des Arbeitsraumes verkleinert wird, leistet der Arbeitskolben Arbeit am
10 Dampf des Arbeitsfluides. Die von der Wärmekraftmaschine geleistete Nettoarbeit ist durch die Differenz zwischen der Arbeitsleistung bei der Volumenvergrößerung und der Volumenverkleinerung des Arbeitsraumvolumens gegeben.

Gemäß einer Ausführungsform weist die Verdrängervorrichtung einen Verdrängerraum
15 (auch als Verdrängerkammer oder Verdrängerzylinder bezeichnet) und einen darin mittels eines Antriebs bewegbar angeordneten Verdrängerkolben auf, wobei der Verdrängerkolben z.B. derart angeordnet sein kann, dass er an seiner ersten Stirnfläche mit der Warmseite der Wärmetauschvorrichtung (und dem Arbeitsraum) und mit seiner zweiten Stirnfläche mit der Kaltseite der Wärmetauschvorrichtung in Fluidverbindung steht.
20 Demgemäß kann eine stabile Ausführung der Wärmekraftmaschine und somit ein hohes Druckverhältnis (d.h. Verhältnis des Hochdrucks zu dem Niederdruck) ermöglicht werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Wärmetauschvorrichtung in Richtung
25 von ihrer Kaltseite zu ihrer Warmseite hin nacheinander einen Unterkühler, eine Verdampfer-Kondensator-Kombinationsvorrichtung (im Folgenden kurz als „Verdampfer-Kondensator“ bezeichnet) und einen Überhitzer auf. Der Verdampfer-Kondensator ist zum Verdampfen des durch ihn von der Kaltseite zu der Warmseite der Wärmetauschvorrichtung hindurchströmenden (flüssigen) Arbeitsfluides und zum Verflüssigen des
30 durch ihn von der Warmseite zu der Kaltseite der Wärmetauschvorrichtung hindurchströmenden (gasförmigen) Arbeitsfluides ausgebildet. Der Verdampfer-Kondensator kann z.B. als Regenerator (d.h. als Wärme-Zwischenspeicher) zum Zwischenspeichern der thermischen Energie des durch ihn hindurchströmenden Arbeitsfluides ausgebildet sein, wobei von dem Regenerator bei der Verflüssigung des von der Warmseite zu der

Kaltseite strömenden (gasförmigen) Arbeitsfluides die dabei anfallende latente Wärme gespeichert wird und im Folgenden an das von der Kaltseite zu der Warmseite strömende (flüssige) Arbeitsfluid zur Verdampfung desselben abgegeben wird.

- 5 Der Unterkühler ist zum Kühlen des durch ihn in Richtung von der Warmseite zu der Kaltseite der Wärmetauschkvorrichtung hindurchströmenden flüssigen Arbeitsfluides ausgebildet, der Überhitzer ist zum Erwärmen des durch ihn in Richtung von der Kaltseite zu der Warmseite der Wärmetauschkvorrichtung hindurchströmenden gasförmigen Arbeitsfluides ausgebildet. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird die zum Be-
10 treiben der Wärmekraftmaschine erforderliche thermische Energie an dem Überhitzer zugeführt bzw. eingekoppelt.

Gemäß einer Ausführungsform besteht zwischen dem Arbeitsraum und dem Antriebsabschnitt eine freie (d.h. unmittelbare und ungehinderte) Fluidverbindung; wobei im
15 Strömungsweg des Arbeitsfluides zwischen dem Arbeitsraum und dem Antriebsabschnitt z.B. kein Ventil oder sonstiges zur Strömungsregulierung vorgesehenes Bauteil angeordnet ist. Dadurch ist sichergestellt, dass an der Verdrängervorrichtung stets derselbe Druck anliegt wie im Arbeitsraum.

- 20 Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Wärmekraftmaschine zwei Arbeitsräume auf, wobei der Arbeitskolben derart angeordnet ist, dass er mit seiner ersten Stirnfläche an den einen (ersten) Arbeitsraum angrenzt und mit seiner anderen Stirnfläche an den anderen (zweiten) Arbeitsraum angrenzt (sog. doppelt-wirkende Wärmekraftmaschine). Gemäß dieser Ausführung weist die Wärmekraftmaschine einen ersten
25 Antriebsabschnitt und einen zweiten Antriebsabschnitt auf, wobei jeder der beiden Antriebsabschnitte bzw. thermischen Köpfe wie oben mit Bezug auf den Antriebsabschnitt erläutert ausgebildet sein kann. Der erste Antriebsabschnitt kann wie oben mit Bezug auf den Antriebsabschnitt erläutert seriell mit dem ersten Arbeitsraum und der zweite Antriebsabschnitt wie oben mit Bezug auf den Antriebsabschnitt erläutert seriell mit dem
30 zweiten Arbeitsraum verschaltet sein. Gemäß dieser Ausführung werden der erste Antriebsabschnitt und der zweite Antriebsabschnitt antizyklisch (bzw. um 180° phasenverschoben) zueinander betrieben.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben einer 2-Phasen-Verdränger-Wärmekraftmaschine bereitgestellt. Mittels des Verfahrens kann z.B. eine Wärmekraftmaschine gemäß den vorstehend erläuterten Ausgestaltungen betrieben werden, sodass im Folgenden lediglich knapp auf einige der entsprechenden
5 Verfahrensschritte eingegangen wird und im Übrigen diesbezüglich hiermit auf die Erläuterungen hinsichtlich der Vorrichtung in Form der Wärmekraftmaschine verwiesen wird, die analog auch für das Verfahren gelten.

Das Verfahren weist einen Druckaufbauschritt bzw. -takt auf, während dessen mittels
10 einer Verdrängervorrichtung flüssiges Arbeitsfluid über eine Kaltseite zu einer Warmseite einer Wärmetauschvorrichtung verschoben und dabei mittels der Wärmetauschvorrichtung unter Bildung von gasförmigem Arbeitsfluid verdampft wird, wobei das gasförmige Arbeitsfluid in einen an die Warmseite der Wärmetauschvorrichtung angekoppelten Arbeitsraum eintritt, wodurch der Druck in dem Arbeitsraum von einem vorgegebenen
15 Niederdruck auf einen (demgegenüber höheren) vorgegebenen Hochdruck steigt. Es kann – wie bereits oben mit Bezug auf die Vorrichtung erläutert – z.B. vorgesehen sein, dass während des Druckaufbautaktes das flüssige Arbeitsfluid derart (schnell) zu der Warmseite der Wärmetauschvorrichtung verschoben und dort verdampft wird, dass während des Druckaufbautaktes eine Zunahme des Druckes im Arbeitsraum bis zum
20 Erreichen des vorgegebenen Hochdruckes bei (im Wesentlichen) gleichbleibendem Volumen des Arbeitsraumes erfolgt. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass bereits während des Druckaufbautaktes bis zum Erreichen des vorgegebenen Hochdruckes unter entsprechender Bewegung des Arbeitskolbens eine Zunahme des Arbeitsraumvolumens stattfindet.

25

Das Verfahren weist zudem einen Druckabbauschritt bzw. -takt auf, während dessen mittels der Verdrängervorrichtung gasförmiges Arbeitsfluid über die Warmseite zu der Kaltseite der Wärmetauschvorrichtung verschoben und dabei mittels der Wärmetauschvorrichtung unter Bildung von flüssigem Arbeitsfluid verflüssigt wird bzw. kondensiert,
30 wodurch der Druck in dem Arbeitsraum von dem Hochdruck auf den Niederdruck sinkt. Es kann – wie bereits oben mit Bezug auf die Vorrichtung erläutert – z.B. vorgesehen sein, dass während des Druckabbautaktes das gasförmige Arbeitsfluid derart (schnell) zu der Kaltseite der Wärmetauschvorrichtung verschoben und dort verflüssigt wird, dass während des Druckabbautaktes eine Abnahme des Druckes im Arbeitsraum bis

zum Erreichen des vorgegebenen Niederdruckes bei (im Wesentlichen) gleichbleibendem Volumen des Arbeitsraumes erfolgt. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass bereits während des Druckabbautaktes bis zum Erreichen des vorgegebenen Niederdruckes unter entsprechender Bewegung des Arbeitskolbens eine
5 Abnahme des Arbeitsraumvolumens stattfindet.

Gemäß einer Ausführungsform weist das Verfahren einen nach dem Druckaufbautakt (und vor dem nachfolgenden Druckabbautakt), d.h. nach dem Erreichen des vorgegebenen Hochdruckes bzw. Hochdruck-Wertes im Arbeitsraum, erfolgenden Expansions-
10 schritt bzw. Expansionstakt auf, während dessen von der Verdrängervorrichtung weiterhin flüssiges Arbeitsfluid derart über die Kaltseite zu der Warmseite der Wärmetauscheinrichtung verschoben und dabei verdampft wird, dass das gasförmige Arbeitsfluid unter Aufrechterhaltung des Hochdruckes in den Arbeitsraum expandiert und dabei einen
15 in dem Arbeitsraum angeordneten Arbeitskolben unter Vergrößerung des Volumens des Arbeitsraumes in die erste Richtung bewegt.

Das Verfahren kann zudem einen nach dem Druckabbautakt (und vor dem nachfolgenden Druckaufbautakt), d.h. nach dem Erreichen des vorgegebenen Niederdruckes bzw. Niederdruck-Wertes im Arbeitsraum, erfolgenden Kontraktionsschritt bzw. Kontraktions-
20 takt aufweisen, während dessen von der Verdrängervorrichtung weiterhin gasförmiges Arbeitsfluid derart über die Warmseite zu der Kaltseite der Wärmetauscheinrichtung verschoben und dabei verflüssigt wird, dass unter Aufrechterhaltung des Niederdruckes in dem Arbeitsraum der Arbeitskolben unter Verkleinerung des Volumens des Arbeitsraumes in die zweite Richtung bewegt wird.

25

Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung erläutert; hierbei zeigt schematisch:

Figur 1 eine zweidimensionale Darstellung einer Wärmekraftmaschine gemäß
30 einer Ausführungsform der Erfindung.

Figur 1 veranschaulicht eine 2-Phasen-Verdränger-Wärmekraftmaschine 1 gemäß einer Ausführungsform, wobei die Wärmekraftmaschine 1 mittels eines Arbeitsfluids 3 betrieben wird. Die Wärmekraftmaschine 1 ist als doppeltwirkende Wärmekraftmaschine

ausgebildet und weist eine erste Arbeitskammer 5 und eine zweite Arbeitskammer 7 auf. Zudem weist die Wärmekraftmaschine 1 einen Arbeitskolben 9 auf, der bewegbar derart in den Arbeitskammern 5, 7 angeordnet ist, dass er mit seiner ersten Stirnfläche 11 eine Begrenzungsfläche der ersten Arbeitskammer 5 und mit seiner zweiten 5 Stirnfläche 13 eine Begrenzungsfläche der zweiten Arbeitskammer 7 bildet. Der Arbeitskolben 9 ist in die positive und die negative x-Richtung des in Figur 1 dargestellten Koordinatensystems bewegbar.

Die Wärmekraftmaschine 1 weist zudem einen ersten Antriebsabschnitt 17 und einen 10 zweiten Antriebsabschnitt 19 auf. Jeder der Antriebsabschnitte 17, 19 weist eine Verdrängervorrichtung 21 und eine Wärmetauschkammer 23 auf. Jede der Verdrängervorrichtungen 21 weist eine Verdrängerkammer 25 mit einem darin bewegbar angeordneten Verdrängerkolben 27 auf, wobei der Verdrängerkolben 27 mittels eines Antriebs 29 in die positive und die negative y-Richtung des in Figur 1 dargestellten xy- 15 Koordinatensystems bewegbar ist.

Jede der Wärmetauschkammern 23 besteht aus einer Serienschaltung aus einem Unterkühler 31, einer Verdampfer-Kondensator-Kombinationsvorrichtung 33 und einem Überhitzer 35. Innerhalb eines jeden Antriebsabschnittes 17, 19 ist die Verdrängervorrichtung 21 parallel zu der Wärmetauschkammer 23 geschaltet. Der erste Antriebsabschnitt 17 ist seriell mit dem ersten Arbeitsraum 5 verschaltet und der zweite Antriebsabschnitt 19 ist seriell mit dem zweiten Arbeitsraum 7 verschaltet. 20

Der mittels der Wärmekraftmaschine 1 durchführbare Kreisprozess besteht aus vier Arbeitstakten und wird im Folgenden anhand eines vollständigen Zyklus des ersten Antriebsabschnittes 17 erläutert, wobei der zweite Antriebsabschnitt 19 analog dazu antizyklisch betrieben wird. 25

In einem Druckaufbautakt wird mittels der Verdrängervorrichtung 21 durch eine Bewegung des Verdrängerkolbens 27 in die negative y-Richtung ein Teil des flüssigen Arbeitsfluids 3 – das in Form von unterkühltem Kondensat in dem in direkter Fluidverbindung mit dem Unterkühler stehenden Abschnitt 37 der Verdrängerkammer 25 vorliegt (wobei dieser Abschnitt im Folgenden auch als „kalter Raum 37“ der Verdrängerkammer 25 bezeichnet wird) – über den Unterkühler 31 in den Verdampfer-Kondensator 33 30

und den Überhitzer 35 verschoben. Dabei wird das Arbeitsfluid 3 unter Bildung von gasförmigem Arbeitsfluid 3 in dem Verdampfer-Kondensator 33 verdampft und in dem Überhitzer 35 weiter erhitzt. Das gasförmige Arbeitsfluid 3 tritt in die erste Arbeitskammer 5 ein, wodurch der Druck in der Arbeitskammer 5 von einem Niederdruck-Wert bzw. Niederdruck auf einen demgegenüber höheren Hochdruck-Wert bzw. Hochdruck ansteigt.

In einem auf den Druckaufbautakt folgenden Expansionstakt bewegt sich der Arbeitskolben 9 nach dem Druckaufbau aufgrund der Druckzunahme derart, dass sich das Volumen der Arbeitskammer 5 vergrößert (d.h. der Arbeitskolben bewegt sich in die positive x-Richtung, auch als „erste Richtung“ bezeichnet). Hierbei leistet das gasförmige Arbeitsfluid 3 Arbeit an dem Arbeitskolben 9. Während des Expansionstaktes wird der Verdrängerkolben 27 mittels des Antriebes 29 derart weiter in die negative y-Richtung bewegt und somit weiterhin flüssiges Arbeitsfluid 3 durch die Wärmetauschkammer 23 hindurch verschoben und dabei verdampft, dass der Hochdruck im Arbeitsraum 5 während des Expansionstaktes erhalten bleibt (d.h. der Druck im Arbeitsraum konstant auf dem Hochdruck-Wert verbleibt).

In einem auf den Expansionstakt folgenden Druckabbautakt wird mittels der Verdrängervorrichtung 21 durch eine Bewegung des Verdrängerkolbens 27 in die positive y-Richtung ein Teil des gasförmigen Arbeitsfluids 3 – das in Form von überhitztem Gas bzw. Dampf in dem in direkter Fluidverbindung mit dem Überhitzer 35 stehenden Abschnitt 39 der Verdrängerkammer 25 vorliegt (wobei dieser Abschnitt im Folgenden auch als „warmer Raum 39“ der Verdrängerkammer 25 bezeichnet wird) – über den Überhitzer 35 in den Verdampfer-Kondensator 33 und den Unterkühler 31 verschoben. Dabei wird das Arbeitsfluid 3 unter Bildung von flüssigem Arbeitsfluid 3 in dem Verdampfer-Kondensator 33 verflüssigt bzw. kondensiert und in dem Unterkühler 31 weiter abgekühlt. Aufgrund der Volumenabnahme des Arbeitsfluides 3 beim Übergang von dem gasförmigen in den flüssigen Zustand sinkt der Druck in der ersten Arbeitskammer 5 von dem Hochdruck auf den Niederdruck.

In einem auf den Druckabbautakt folgenden Kontraktionstakt bzw. Kompressionstakt bewegt sich der Arbeitskolben 9 nach dem Druckabbau aufgrund der Druckabnahme derart, dass sich das Volumen der ersten Arbeitskammer 5 verkleinert (d.h. der Arbeits-

kolben bewegt sich in die negative x-Richtung, auch als „zweite Richtung“ bezeichnet). Hierbei leistet der Arbeitskolben 9 Arbeit an dem gasförmigen Arbeitsfluid 3. Während des Kontraktionstaktes wird der Verdrängerkolben 27 mittels des Antriebes 29 derart weiter in die positive y-Richtung bewegt und somit weiterhin gasförmiges Arbeitsfluid 3
5 durch die Wärmetauschkvorrichtung 23 hindurch verschoben und dabei kondensiert, dass der Niederdruck im Arbeitsraum 5 während des Kontraktionstaktes erhalten bleibt (d.h. der Druck im Arbeitsraum konstant auf dem Niederdruck-Wert verbleibt)

Die Wärmekraftmaschine 1 wird mittels Einkoppelns von mechanischer Energie an dem
10 Verdränger-Antrieb 29 und thermischer Energie an dem Überhitzer 35 betrieben, wobei die eingekoppelte Energie in mechanische Energie umgesetzt wird und diese am Arbeitskolben 9 ausgekoppelt und mittels des Generators 36 in elektrische Energie umgewandelt werden kann.

15 Gemäß der Ausführung nach Figur 1 ist der Verdampfer-Kondensator 33 als Regenerator ausgebildet, wobei von dem Regenerator bei der Verflüssigung des von dem Überhitzer 35 zu dem Unterkühler 31 strömenden gasförmigen Arbeitsfluides die dabei anfallende latente Wärme gespeichert wird und im Folgenden an das von dem Unterkühler 31 zu dem Überhitzer 35 strömende flüssige Arbeitsfluid zur Verdampfung desselben abgegeben wird. Der Unterkühler 31 bildet somit die Kaltseite der Wärmetauschkvorrichtung 23, der Überhitzer 35 deren Warmseite.
20

Der erste Antriebsabschnitt 17 ist an einer Position zwischen der Warmseite bzw. dem Überhitzer 35 und der Verdrängervorrichtung 23 (d.h. an einer Position, die auf der direkten Verbindung zwischen der Warmseite der Wärmetauschkvorrichtung 23 und dem
25 warmen Raum 39 der Verdrängervorrichtung 23 liegt und in unmittelbarer Fluidverbindung mit der Warmseite der Wärmetauschkvorrichtung 23 und dem warmen Raum 39 der Verdrängerkammer 25 steht) seriell an den ersten Arbeitsraum 5 angekoppelt. Insbesondere besteht zwischen dem ersten Arbeitsraum 5 und dem ersten Antriebsabschnitt 17 eine freie Fluidverbindung, d.h. das Arbeitsfluid 3 kann jederzeit ungehindert
30 in beliebiger Richtung zwischen dem Arbeitsraum 5 und dem Antriebsabschnitt 17 verschoben werden. Dies gilt analog für die Ankopplung des zweiten Antriebsabschnittes 19 an den zweiten Arbeitsraum 7. Die Wärmekraftmaschine 1 ist für ein Druckverhältnis

des Hochdruckes zu dem Niederdruck zwischen 5:1 und 20:1 und für eine an dem Überhitzer 35 anliegende Temperatur zwischen 100 °C und 500 °C ausgelegt.

Liste der verwendeten Bezugszeichen

- | | |
|-------|--|
| 1 | Wärmekraftmaschine |
| 3 | Arbeitsfluid |
| 5 5 | erster Arbeitsraum / erste Arbeitskammer |
| 7 | zweiter Arbeitsraum / zweite Arbeitskammer |
| 9 | Arbeitskolben |
| 11 | erste Stirnfläche des Arbeitskolbens |
| 13 | zweite Arbeitsfläche des Arbeitskolbens |
| 10 17 | erster Antriebsabschnitt / erster thermischer Kopf |
| 19 | zweiter Antriebsabschnitt / zweiter thermischer Kopf |
| 21 | Verdrängervorrichtung |
| 23 | Wärmetauschkvorrichtung |
| 25 | Verdrängerammer |
| 15 27 | Verdrängerkolben |
| 29 | Verdränger-Antrieb |
| 31 | Unterkühler |
| 33 | Verdampfer-Kondensator-Kombinationsvorrichtung |
| 35 | Überhitzer |
| 20 36 | Generator |
| 37 | kalter Abschnitt des Verdrängerraums / kalter Raum |
| 39 | warmer Abschnitt des Verdrängerraums / warmer Raum |

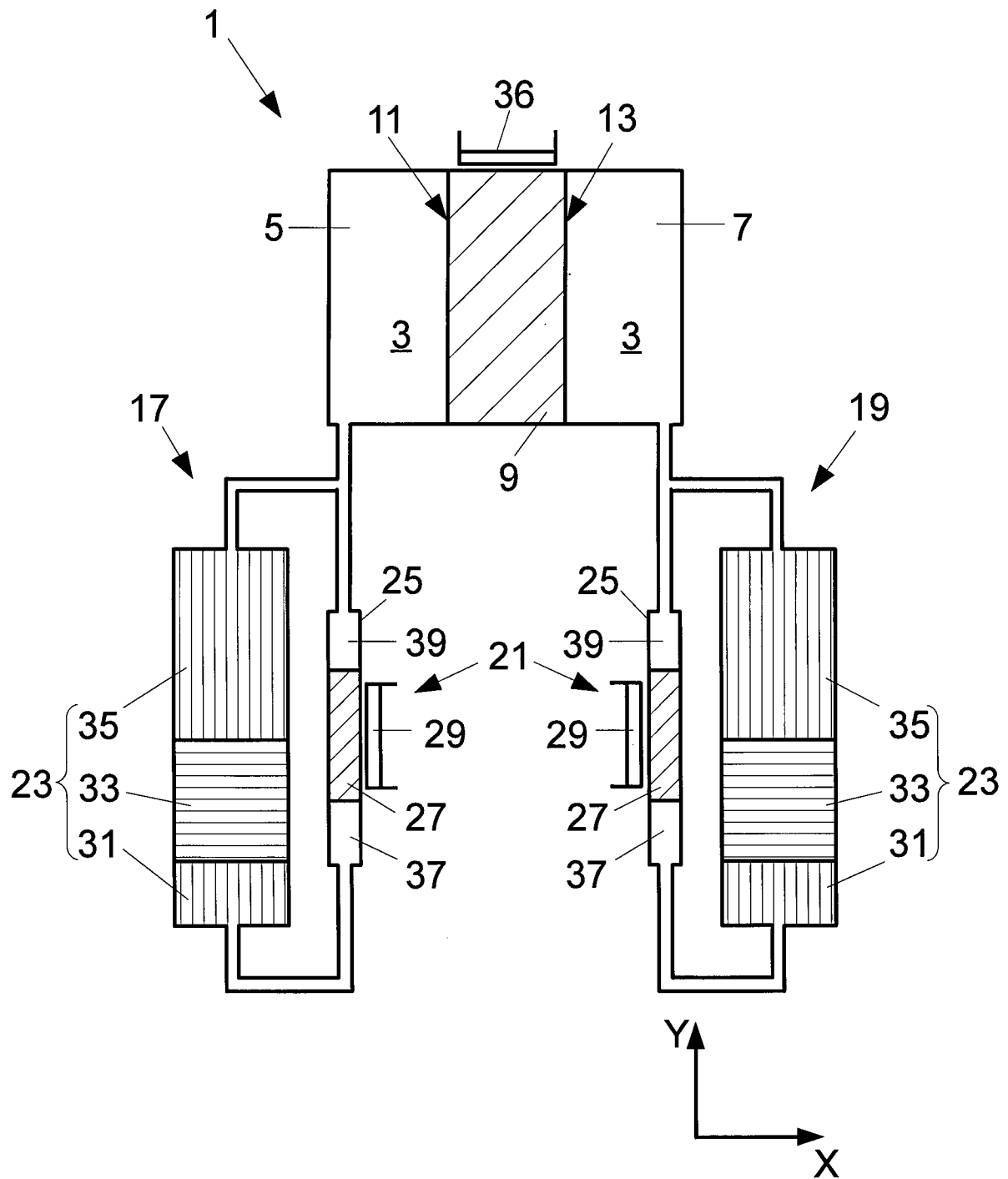
Patentansprüche

1. Wärmekraftmaschine (1) zum Umwandeln von thermischer in mechanische Energie mittels eines Arbeitsfluides (3), aufweisend:
 - 5 - einen Arbeitsraum (5, 7) mit einem darin bewegbar angeordneten Arbeitskolben (9),
 - einen Antriebsabschnitt (17, 19) mit einer Verdrängervorrichtung (21) und einer Wärmetauschvorrichtung (23),
 - wobei die Verdrängervorrichtung (21) parallel zu der Wärmetauschvorrichtung (23) geschaltet ist, und wobei die Wärmetauschvorrichtung (23) eine Warmseite (35) zum Erhitzen des Arbeitsfluides (3) und eine Kaltseite (31) zum Kühlen des Arbeitsfluides (3) aufweist, und
 - 10 - wobei der Antriebsabschnitt (17, 19) an einer Position zwischen der Warmseite (35) der Wärmetauschvorrichtung (23) und der Verdrängervorrichtung (21) seriell mit dem Arbeitsraum (5, 7) verschaltet ist, und
 - wobei der Antriebsabschnitt (17, 19) derart ausgebildet ist, dass mittels der Verdrängervorrichtung (21) in einem Druckaufbautakt flüssiges Arbeitsfluid (3) über die Kaltseite (31) zu der Warmseite (35) der Wärmetauschvorrichtung (21) verschoben und dabei verdampft und überhitzt wird, wobei der Druck in dem Arbeitsraum (5, 7)
 - 20 von einem Niederdruck auf einen Hochdruck steigt, und in einem Druckabbautakt gasförmiges Arbeitsfluid (3) über die Warmseite (35) zu der Kaltseite (31) der Wärmetauschvorrichtung (21) verschoben und dabei verflüssigt wird, wobei der Druck in dem Arbeitsraum (5, 7) von dem Hochdruck auf den Niederdruck sinkt.
- 25 2. Wärmekraftmaschine Anspruch 1, wobei der Antriebsabschnitt (17, 19) derart ausgebildet ist, dass von der Verdrängervorrichtung (21)
 - nach dem Druckaufbautakt in einem Expansionstakt weiterhin flüssiges Arbeitsfluid (3) derart über die Kaltseite (31) zu der Warmseite (35) der Wärmetauschvorrichtung (21) verschoben und dabei verdampft wird, dass das gasförmige Arbeitsfluid
 - 30 unter Aufrechterhaltung des Hochdruckes in den Arbeitsraum (5, 7) expandiert und dabei den Arbeitskolben (9) unter Vergrößerung des Volumens des Arbeitsraumes (5, 7) in eine erste Richtung bewegt, und
 - nach dem Druckabbautakt in einem Kontraktionstakt weiterhin gasförmiges Arbeitsfluid (3) derart über die Warmseite (35) zu der Kaltseite (31) der Wärmetausch-

vorrichtung (23) verschoben und dabei verflüssigt wird, dass unter Aufrechterhaltung des Niederdruckes in dem Arbeitsraum (5, 7) der Arbeitskolben (9) unter Verkleinerung des Volumens des Arbeitsraumes in eine zweite Richtung bewegt wird.

- 5 3. Wärmekraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Verdrängervorrichtung (21) einen Verdrängerraum (25) und einen darin bewegbar angeordneten Verdrängerkolben (27) aufweist.
4. Wärmekraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Wärmetauschvorrichtung (23) in Richtung von ihrer Kaltseite zu ihrer Warmseite hin nach-
10 einander einen Unterkühler (31), eine Verdampfer-Kondensator-Kombinationsvorrichtung (33) und einen Überhitzer (35) aufweist.
5. Wärmekraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei zwischen dem
15 Arbeitsraum (5, 7) und dem Antriebsabschnitt (17, 19) eine freie Fluidverbindung besteht.
6. Wärmekraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
 - wobei die Wärmekraftmaschine (1) zwei Arbeitsräume (5, 7) aufweist, und wobei
20 der Arbeitskolben (9) derart angeordnet ist, dass er mit seiner ersten Stirnfläche (11) an den ersten Arbeitsraum (5) grenzt und mit seiner zweiten Stirnfläche (13) an den zweiten Arbeitsraum (7) grenzt, und
 - wobei die Wärmekraftmaschine (1) einen ersten Antriebsabschnitt (17) und einen zweiten Antriebsabschnitt (19) aufweist,
 - 25 - wobei der erste Antriebsabschnitt (17) seriell mit dem ersten Arbeitsraum (5) und der zweite Antriebsabschnitt (19) seriell mit dem zweiten Arbeitsraum (7) verschaltet ist.
7. Wärmekraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Wärmekraftmaschine (1) derart ausgebildet ist, dass das Verhältnis des Hochdrucks zu dem Niederdruck zwischen 5:1 und 20:1 beträgt.
- 30

8. Wärmekraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Wärmekraftmaschine (1) derart ausgebildet ist, dass die Temperatur an der Warmseite (35) der Wärmetauschkvorrichtung (23) einen Wert zwischen 100 °C und 500 °C aufweist.
- 5 9. Verfahren zum Betreiben einer Wärmekraftmaschine (1), wobei
- in einem Druckaufbautakt mittels einer Verdrängervorrichtung (21) flüssiges Arbeitsfluid (3) über eine Kaltseite (31) zu einer Warmseite (35) einer Wärmetauschkvorrichtung (23) verschoben und dabei unter Bildung von gasförmigem Arbeitsfluid (3) verdampft wird, wobei das gasförmige Arbeitsfluid in einen an die Warmseite der
 - 10 Wärmetauschkvorrichtung angekoppelten Arbeitsraum (5, 7) eintritt und der Druck in dem Arbeitsraum von einem Niederdruck auf einen Hochdruck steigt, und
 - in einem Druckabbautakt mittels der Verdrängervorrichtung (21) gasförmiges Arbeitsfluid (3) über die Warmseite (35) zu der Kaltseite (31) der Wärmetauschkvorrichtung (23) verschoben und dabei unter Bildung von flüssigem Arbeitsfluid verflüssigt
 - 15 wird, wobei der Druck in dem Arbeitsraum (5, 7) von dem Hochdruck auf den Niederdruck sinkt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei
- nach dem Druckaufbautakt in einem Expansionstakt von der Verdrängervorrichtung (21) weiterhin flüssiges Arbeitsfluid (3) derart über die Kaltseite (31) zu der
 - 20 Warmseite (35) der Wärmetauschkvorrichtung (23) verschoben und dabei verdampft wird, dass das gasförmige Arbeitsfluid (3) unter Aufrechterhaltung des Hochdruckes in den Arbeitsraum (5, 7) expandiert und dabei einen in dem Arbeitsraum angeordneten Arbeitskolben (9) unter Vergrößerung des Volumens des Arbeitsraumes in eine
 - 25 erste Richtung bewegt, und
 - nach dem Druckabbautakt in einem Kontraktionstakt von der Verdrängervorrichtung (21) weiterhin gasförmiges Arbeitsfluid (3) derart über die Warmseite (35) zu der Kaltseite (31) der Wärmetauschkvorrichtung (23) verschoben und dabei verflüssigt
 - 30 wird, dass unter Aufrechterhaltung des Niederdruckes in dem Arbeitsraum der Arbeitskolben (9) unter Verkleinerung des Volumens des Arbeitsraumes in eine zweite Richtung bewegt wird.



Figur 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/002960

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02G1/043
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

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	US 3 782 859 A (SCHUMAN M) 1 January 1974 (1974-01-01) column 13, line 22 - line 31 column 31, line 3 - line 8 -----	1-10
X	US 2011/000206 A1 (APRAD TOROK [RO]) 6 January 2011 (2011-01-06) paragraphs [0084], [0112]; figure 12 -----	1-10
A	WO 2011/020988 A2 (ISIS INNOVATION [GB]; DADD MICHAEL WILLIAM [GB]) 24 February 2011 (2011-02-24) figure 2 -----	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

18 February 2014

Date of mailing of the international search report

27/02/2014

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

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/002960

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3782859	A	01-01-1974	NONE	

US 2011000206	A1	06-01-2011	NONE	

WO 2011020988	A2	24-02-2011	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02G1/043
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02G

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	US 3 782 859 A (SCHUMAN M) 1. Januar 1974 (1974-01-01) Spalte 13, Zeile 22 - Zeile 31 Spalte 31, Zeile 3 - Zeile 8 -----	1-10
X	US 2011/000206 A1 (APRAD TOROK [RO]) 6. Januar 2011 (2011-01-06) Absätze [0084], [0112]; Abbildung 12 -----	1-10
A	WO 2011/020988 A2 (ISIS INNOVATION [GB]; DADD MICHAEL WILLIAM [GB]) 24. Februar 2011 (2011-02-24) Abbildung 2 -----	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

18. Februar 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/02/2014

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/002960

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3782859	A	01-01-1974	KEINE
US 2011000206	A1	06-01-2011	KEINE
WO 2011020988	A2	24-02-2011	KEINE