



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.10.2012 Patentblatt 2012/44

(51) Int Cl.:
F25B 9/00 (2006.01) F25B 9/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12164077.5**

(22) Anmeldetag: **13.04.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **27.04.2011 DE 102011002277**
17.08.2011 DE 102011052776

(71) Anmelder: **thermea. Energiesysteme GmbH**
01705 Freital (DE)

(72) Erfinder:
• **Nestler, Walter, Dr.**
01689 Weinböhla (DE)
• **Oberländer, Steffen**
01705 Freital (DE)

(74) Vertreter: **Kaufmann, Sigfrid**
Kaufmann
Patent- und Rechtsanwälte
Loschwitzer Straße 42
01309 Dresden (DE)

(54) **Verfahren zum Erwärmen von Wärmeübertragungsmedien und überkritische Wärmepumpe**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erwärmen von Wärmeübertragungsmedien, wie z. B. von Wasser in einem Heizungskreislauf, von Eintrittstemperaturen größer 40 bis 80°C auf Austrittstemperaturen größer 80 bis 130 °C mittels eines Jouleprozesses mit innerer Rekuperation. Um eine hohe Effizienz zu erreichen, wird im Jouleprozess der Druck auf der Niederdruckseite auf einen Wert eingestellt, der mindestens dem Wert des kritischen Drucks und höchstens dem doppelten Wert des

kritischen Drucks des verwendeten Arbeitsstoffs entspricht. Zudem wird die anfallende Entspannungsarbeit in den Prozess zurückgeführt (Verdichter). Die nach dem Verfahren arbeitende überkritische Wärmepumpe eignet sich insbesondere für den Einsatz in Fernheizkraftwerken, die mit Austrittstemperaturen von bis 130°C arbeiten und bei denen Eintrittstemperaturen von 80°C auftreten können. Es werden hohe Leistungszahlen von mindestens 3 erreicht.

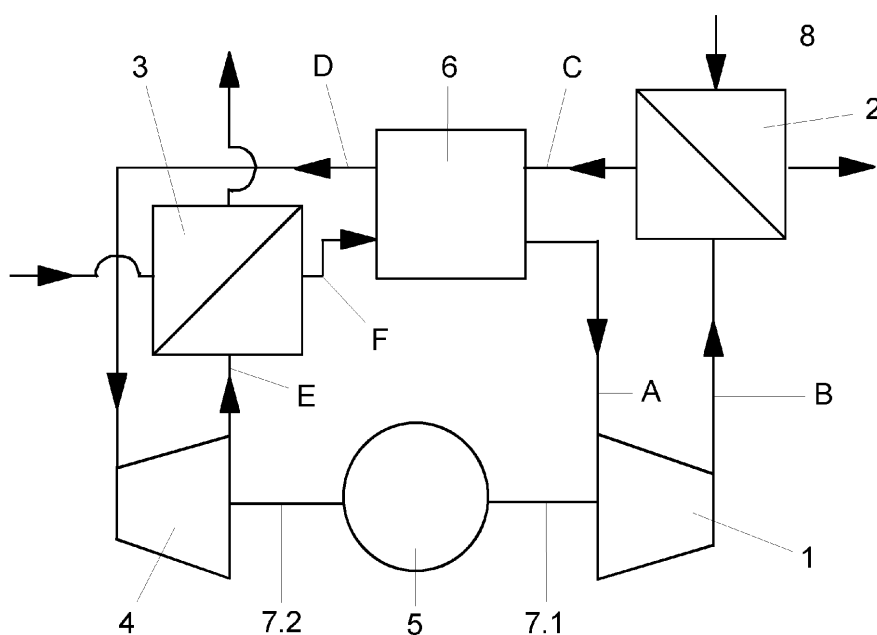


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erwärmen von Wärmeübertragungsmedien, z. B. von Wasser in einem Heizungskreislauf, von Eintrittstemperaturen größer 40 °C auf Austrittstemperaturen größer 80 °C mittels eines Jouleprozesses mit innerer Rekuperation. Die nach dem Verfahren arbeitende Wärmepumpe nutzt vorzugsweise einen natürlichen Arbeitsstoff, wie z. B. Kohlendioxid, und ermöglicht es, Heiz- und Prozesswärme zu erzeugen, deren Temperatur auf einem z. B. für Fernwärmenetze geeigneten hohen Niveau liegt, wobei Leistungszahlen von mindestens 3 erzielt werden können.

[0002] Überkritische Wärmepumpen sind als sog. Kaltgasmaschinen bekannt. Sie arbeiten nach dem Jouleprozess mit innerer Rekuperation. Sie werden vor allem im Tieftemperaturbereich (unter -70°C) eingesetzt. Überkritische Wärmepumpen für den Normaltemperaturbereich (25 bis 80°C) werden von der Fachwelt, im Vergleich zu unterkritischen Wärmepumpen, die unterkritisch mit verdampfenden und kondensierenden Arbeitsstoffen arbeiten (Kaldampfprozess), als nicht effektiv angesehen (siehe Wärmepumpenanwendung in Industrie, Landwirtschaft, Gesellschafts- und Wohnungsbau, Hrsg. Heinrich u. a., VEB Verlag Technik, 1982, S. 41 bis 44).

[0003] Die einzige Ausnahme bilden Kaltluft-Klimageräte zur Flugzeugkabinenklimatechnik, die mit verdichteter Luft aus dem Triebwerkskompressor betrieben werden. Durch den Einsatz der Kaltluft-Klimageräte kann das Anlagengewicht gegenüber herkömmlichen Klimageräten nachhaltig verringert werden; die vergleichsweise schlechte Effizienz wird in Kauf genommen. Für überkritische Wärmepumpen für höhere Austrittstemperaturen (80 °C und höher) sind aus dem Stand der Technik bislang keine Lösungen bekannt.

[0004] Aus DE 10 2006 007 119 A1 ist eine transkritisch arbeitende CO₂-Wärmepumpe bekannt, mit der ein Wärmeübertragungsmedium von einer niedrigen Eintrittstemperatur (10°C bis 40°C) auf eine hohe Austrittstemperatur (von 60°C bis weit über 100°C) erwärmt wird. Da bei dieser Wärmepumpe das Kohlendioxid auf der Hochdruckseite überkritisch vorliegt, passt sich der Temperaturverlauf des Kohlendioxids dem Temperaturverlauf des Wärmeübertragungsmediums an (Temperaturglide), wodurch hohe Leistungszahlen ermöglicht werden. Durch eine Anordnung von mehreren gasseitig in Reihe geschalteten Gaskühlern, die alle auf dem gleichem Hochdruckniveau arbeiten, werden unterschiedliche Nutztemperaturniveaus realisiert.

[0005] Mit derartigen Wärmepumpen können, im Vergleich zu den konventionellen, unterkritisch arbeitenden Wärmepumpen mit konstanter Kondensationstemperatur, wesentlich höhere Leistungszahlen, d. h. höhere Verhältnisse von Nutzen (Heizwärme) zu Aufwand (Antriebsenergie) erreicht werden.

[0006] Die Effizienz dieser Wärmepumpen nimmt jedoch mit steigender Eintrittstemperatur des Wärmeüber-

tragungsmediums stark ab, sodass ihr Einsatz bei Eintrittstemperaturen größer 50 °C, wie sie heute üblicherweise in vielen Heiznetzen, Fernwärmenetzen und bei Prozesswärmeverbrauchern anzutreffen sind, nicht mehr sinnvoll ist.

[0007] In DE 10 2010 004 187 wird deshalb eine transkritische CO₂-Wärmepumpe mit einer zweistufigen Verdichtung und einer Wärmeauskopplung auf unterschiedlichen Hochdruckniveaus vorgeschlagen, mit der auch noch bei Eintrittstemperaturen von 50 bis 60°C eine ausreichende Effizienz erreicht wird. In Fernwärmenetzen treten jedoch oftmals auch Eintrittstemperaturen von 70 °C und höher auf; dort ist auch dieser Prozess nicht effektiv.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine nach dem Verfahren arbeitende Wärmepumpe zu finden, mit denen Wärmeübertragungsmedien mit Eintrittstemperaturen von größer 40°C auf Austrittstemperaturen von größer 80°C und höher erwärmt werden können. Es sollen Leistungszahlen von mindestens drei erreichbar sein.

[0009] Die Aufgabe der Erfindung wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 4 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungen und Verwendungen der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen 2 und 3 sowie 5 bis 11.

[0010] Nach Maßgabe der Erfindung wird beim Verfahren mittels eines Jouleprozesses mit innerer Rekuperation (Verwendung eines inneren Wärmetauschers) ein Wärmeübertragungsmedium, das Eintrittstemperaturen von mindestens 40 °C hat, auf eine Austrittstemperatur von mindestens 80 °C erwärmt, wobei auf der Niederdruckseite der Druck auf einen Wert geregelt wird, der mindestens dem Wert des kritischen Drucks und höchstens dem doppelten Wert des kritischen Drucks des eingesetzten Arbeitsstoffs entspricht.

[0011] Als Arbeitsstoffe können natürliche Arbeitsstoffe, wie z. B. Kohlendioxid, Ammoniak oder Propen verwendet werden. Gleichfalls geeignet sind synthetische Arbeitsstoffe.

[0012] Das Verfahren ist besonders geeignet für den Einsatz in Heiznetzen, Fernwärmenetzen und für Prozesswärmeverbraucher, bei denen als Wärmeübertragungsmedium Wasser (bzw. Wasserdampf) eingesetzt ist.

[0013] Es wurde überraschend gefunden, dass sowohl gegenüber konventionellen unterkritischen Prozessen mit konstanter Kondensationstemperatur als auch gegenüber mit einem oder mehreren Druckniveaus in den Gaskühlern arbeitenden, transkritischen Prozessen die Effektivität (Leistungszahl) von Jouleprozessen (mit innerer Rekuperation) bei Eintrittstemperaturen von mindestens 40 °C und Austrittstemperaturen von mindestens 80 °C nachhaltig verbessert werden kann, wenn auf der Niederdruckseite ein Druck eingestellt wird, der geringfügig über dem kritischen Druck des eingesetzten Arbeitsstoffs liegt.

[0014] Das Prinzip, das untere Druckniveau wenig

über dem kritischen Druck zu halten, um einen besonders effektiven, überkritischen Prozess zu erhalten, kann auch für den rechtsläufigen Kraftprozess nach dem Joule-Prinzip genutzt werden.

[0015] Als besonders effizient hat sich ein Jouleprozess erwiesen, der mit Kohlendioxid als Arbeitsmittel betrieben und bei dem die Niederdruckseite auf einen Druck geregelt wird, der dem Wert des 1,0 bis 1,5fachen (73,8 bis 110,7 bar, gerundet 74 bis 110 bar) des kritischen Drucks von Kohlendioxid entspricht. Auf der Hochdruckseite stellen sich 140 bis 160 bar ein.

[0016] Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitende, überkritische Wärmepumpe (Kaltgasmaschine) umfasst einen Gaserhitzer, einen Gaskühler, mindestens einen Verdichter, eine Entspannungseinrichtung, (mindestens) einen Motor, der den für den Betrieb der Wärmepumpe erforderlichen Energieeintrag ermöglicht, einen Rekuperator, der zur inneren Wärmeübertragung von der Hochdruckseite zur Niederdruckseite dient, und eine Steuerung. Beim Betrieb der Wärmepumpe wird mittels der Steuerung der Druck auf der Niederdruckseite auf einen Wert eingestellt, der mindestens dem einfachen und höchstens dem zweifachen Wert des kritischen Drucks des verwendeten Arbeitsstoffs entspricht.

[0017] Zur Erhöhung der Leistungszahl der überkritischen Wärmepumpe wird die Entspannungseinrichtung üblicherweise als Entspannungsmaschine ausgeführt, mittels derer die beim Jouleprozess gebildete Entspannungsarbeit in mechanische Energie umgewandelt und dem Motor bzw. mindestens einem Verdichter zugeführt wird.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Entspannungsmaschine mit Generator vom Motor des Verdichters mechanisch getrennt.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Motor zwei diametral verlaufende Kraftübertragungsachsen auf. Als Motor wird üblicherweise ein Elektromotor, an dessen Anker die zwei diametral verlaufenden Kraftübertragungsachsen befestigt sind, eingesetzt. Die erste Kraftübertragungsachse wirkt als Antriebsachse und ist mit dem Verdichter verbunden, während die zweite Kraftübertragungsachse mit der Entspannungsmaschine verbunden ist, sodass die von der Entspannungsmaschine geleistete Arbeit dem Motor zugeführt wird.

[0020] Bei einer Wärmepumpe (Kaltgasmaschine) ist die vom Verdichter zu leistende mechanische Energie größer als die im Jouleprozess gebildete Entspannungsarbeit. Die Differenz aus der vom Verdichter aufgenommenen Leistung und der von der Entspannungsmaschine erbrachten Leistung, d. h. die für den Betrieb des Verdichters erforderliche Restleistung, wird vom Motor erbracht.

[0021] In einer alternativen Ausführungsform ist ein erster Verdichter, der ausschließlich von der Entspannungsmaschine angetrieben wird, als erste Verdichterstufe eingesetzt. An die erste Verdichterstufe schließt

sich eine zweite Verdichterstufe an (Kaskade), die aus einem Verdichter besteht, der ausschließlich durch den Motor angetrieben wird.

[0022] Als Verdichter werden bevorzugt einstufige Turbomaschinen eingesetzt, da sie kompakt aufgebaut sind und ihr Schaufelrad direkt auf dem Ende der ersten Kraftübertragungswelle des Motors (eine Verdichterstufe) bzw. auf dem Ende einer von der Entspannungsmaschine angetriebenen Welle (zwei Verdichterstufen) angebracht werden kann. So kann die im Jouleprozess zurück gewonnene Entspannungsarbeit praktisch ohne mechanische Verluste auf den Verdichter übertragen werden. Der Einsatz anderer Verdichter ist prinzipiell auch möglich.

[0023] Auch die Entspannungsmaschine kann eine einstufige Turbomaschine sein, die z.B. einen Generator antreibt.

[0024] Die überkritische Wärmepumpe kann zwar ohne Entspannungsmaschine aufgebaut werden. Die damit verbundenen Nachteile, nämlich vergleichsweise geringere Leistungszahlen, überwiegen jedoch die erreichten Vorteile (Vereinfachung des Aufbaus der Wärmepumpe).

[0025] Des Weiteren kann die Erfindung vorteilhaft in einer Wärme-Kälte-Kopplung verwendet werden, indem aus dem Jouleprozess nicht nur über den Gaskühler Wärmeleistung sondern auch über den Gaserhitzer auf direktem oder (über einen Zwischenkreis) auf indirektem Wege Kälteleistung entnommen wird.

[0026] Die überkritische Wärmepumpe kann auch vorteilhaft zur direkten oder (über einen Zwischenkreis) indirekten Erwärmung von Gasen als Wärmeübertragungsmedium, z. B. zum Erwärmen von Luft für Trocknungsprozesse oder in Vorwärmern, genutzt werden.

[0027] Da der Jouleprozess auch ohne Weiteres rechtsläufig betrieben werden kann, kann das erfindungsgemäße Verfahren auch zur Erzeugung von mechanischer Arbeit aus Abwärme, solarer und geothermischer Wärme, Verbrennungswärme oder Wärme aus Stoffumwandlungsprozessen genutzt werden.

[0028] Die Erfindung wird nachfolgend anhand zweier Ausführungsbeispiele näher erläutert; hierzu zeigen:

Fig. 1: Schaltbild einer überkritischen CO₂-Wärmepumpe,

Fig. 2: Temperatur-Entropie-Schaubild des in der Wärmepumpe ablaufenden Jouleprozesses.

[0029] Die überkritische CO₂-Wärmepumpe (Fig. 1) weist, wie alle nach dem Jouleprozess arbeitende Wärmepumpen, den Verdichter 1, den Gaskühler 2, den Gaserhitzer 3, die Entspannungsmaschine 4 und den Motor 5 auf, über den die für den Jouleprozess (Wärmepumpe: Linksprozess) benötigte mechanische Energie eingebracht wird. Um bei Austrittstemperaturen von größer 80 °C und Eintrittstemperaturen von größer 40 °C hohe Leistungszahlen zu erreichen, ist die überkritische

Wärmepumpe zudem mit einem Rekuperator 6 ausgestattet, der zur Erwärmung des aus dem Gaserhitzer austretenden Kohlendioxids durch das aus dem Gaskühler austretende Kohlendioxid dient.

[0030] Wie aus dem Temperatur-Entropie-Schaubild (T-s-Schaubild; Fig. 2) entnommen werden kann, saugt der vom Motor über die Kraftübertragungsachse 7.1 angetriebene Verdichter 1 Kohlendioxid im ersten Zustandspunkt A (Druck: 80 bar und Temperatur: 79,5 °C) an und es erreicht unter einer Verdichtung den zweiten Zustandspunkt B (150 bar und 145 °C). Mit unverändertem Druck/unveränderter Temperatur gelangt das Kohlendioxid in den Gaskühler 2 und wird dort durch im Gegenstrom geführtes Wasser 8 (=Wärmeübertragungsmedium) auf 80,9 °C abgekühlt. Das Wasser 7 tritt mit 70 °C in den Gaskühler 2 ein und mit 120 °C aus diesem aus (dritter Zustandspunkt C).

[0031] Um vor dem Verdichter 1 eine möglichst hohe Temperatur des Kohlendioxids und infolgedessen eine ausreichend hohe Verdichtungsendtemperatur nach der Verdichterstufe (für die Nutzwärmeabgabe) zu erreichen, wird mittels des Rekuperators 6 eine innere Wärmeübertragung vom Kohlendioxid auf der Hochdruckseite zum Kohlendioxid auf der Niederdruckseite vorgenommen. Nach dem Rekuperator 6 hat das Kohlendioxid im vierten Zustandspunkt D eine Temperatur von 70,3 °C, wird in der Turbine 4 auf den fünften Zustandspunkt E (80 bar und 36,3 °C) entspannt und gelangt in den Gaserhitzer 3. Die mittels der Turbine 4 gewonnene Entspannungsarbeit wird dem Verdichter 1 über die erste Kraftübertragungsachse 7.2 des Motors 5 zugeführt.

[0032] Im Gaserhitzer 3 wird dem Kohlendioxid mittels eines Wärmeübertragungsmediums Wärme aus einer Wärmequelle (industrielle Abwärme oder Geothermawasser; nicht dargestellt) zugeführt, wodurch sich das Kohlendioxid auf 60 °C erhitzt (sechster Zustandspunkt F). Das Wärmeübertragungsmittel kühlt sich im Gegenzug im Gaserhitzer 3 von 65 °C auf 40,8 °C ab.

[0033] Schließlich nimmt das Kohlendioxid auf der Niederdruckseite im Rekuperator 6 vom Kohlendioxid auf der der Hochdruckseite Wärme auf und erreicht wieder den Zustandspunkt A (79,5 °C). Der Kreislauf ist damit geschlossen.

[0034] Mit den zurzeit üblichen Wirkungsgraden der Komponenten können mit dem dargestellten Prozess Leistungszahlen größer 3 erreicht werden, wobei geringere Leistungszahlen akzeptiert werden, sofern technische, ökologische und/oder ökonomische Rahmenbedingungen niedrigere Leistungszahlen rechtfertigen.

Liste der verwendeten Bezugszeichen

[0035]

- | | |
|---|---|
| 1 | Verdichter |
| 2 | Gaskühler |
| 3 | Gaserhitzer |
| 4 | Entspannungseinrichtung/Entspannungsmaschi- |

ne

- | | |
|-----|-------------------------------|
| 5 | Motor |
| 6 | Rekuperator |
| 7.1 | Erste Kraftübertragungsachse |
| 7.2 | Zweite Kraftübertragungsachse |
| 8 | Heizwasser |
| A | Erster Zustandspunkt |
| B | Zweiter Zustandspunkt |
| C | Dritter Zustandspunkt |
| 10 | D |
| E | Vierter Zustandspunkt |
| F | Fünfter Zustandspunkt |
| | Sechster Zustandspunkt |

15 Patentansprüche

1. Verfahren zum Erwärmen von Wärmeübertragungsmedien, z. B. von Wasser in einem Heizungskreislauf, bei Eintrittstemperaturen des Wärmeübertragungsmediums in einen Gaskühler größer 40 °C auf Austrittstemperaturen des Wärmeübertragungsmediums aus dem Gaskühler größer 80 °C mittels eines Jouleprozesses mit innerer Rekuperation, wobei auf der Niederdruckseite der Druck auf einen Wert geregelt wird, der mindestens dem Wert bis höchstens dem doppelten Wert des kritischen Drucks des eingesetzten Arbeitsstoffs entspricht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit Eintrittstemperaturen von 40 °C bis 80 °C und Austrittstemperaturen von 80 °C bis 130 °C gearbeitet wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Arbeitsstoff Kohlendioxid eingesetzt und der Druck auf der Niederdruckseite auf einen Wert von 74 bis 110 bar eingestellt wird.
4. Überkritische Wärmepumpe zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, die nach einem Kaltgasprozess mit einem natürlichen Arbeitsstoff arbeitet und für Austrittstemperaturen von größer 80 °C und Eintrittstemperaturen von größer 40 °C geeignet ist, mit einem Gaserhitzer (3), einem Gaskühler (2), mindestens einem Verdichter (1), einer Entspannungseinrichtung (4), mindestens einem Motor (5), der den Eintrag der für den Betrieb der Wärmepumpe erforderlichen Energie ermöglicht, einem Rekuperator (6), der zur inneren Wärmeübertragung von der Hochdruckseite zur Niederdruckseite dient, und einer Steuerung, die beim Betrieb der Wärmepumpe auf der Niederdruckseite den Druck auf einen Wert einstellt, der mindestens dem Wert des kritischen Drucks und höchstens dem doppelten Wert des kritischen Drucks des verwendeten Arbeitsstoffs entspricht.

5. Überkritische Wärmepumpe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entspannungseinrichtung eine Entspannungsmaschine (4) ist, mittels derer die beim Jouleprozess gebildete Entspannungsarbeit in mechanische Energie umgewandelt wird. 5
6. Überkritische Wärmepumpe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entspannungsmaschine (4) und der Motor (5) des Verdichters (1) mechanisch getrennt ausgeführt sind. 10
7. Überkritische Wärmepumpe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Motor (5) zwei diametral verlaufende Kraftübertragungsachsen (7.1, 7.2) aufweist, wobei die erste Kraftübertragungsachse (7.1) mit dem Verdichter (1) und die zweite Kraftübertragungsachse (7.2) mit der Entspannungsmaschine (4) verbunden ist, wodurch die von der Entspannungsmaschine (4) verrichtete Entspannungsleistung dem Motor (5) zugeführt und durch den Motor (5) die für den Betrieb des Verdichters (1) erforderliche Restleistung aufgebracht wird. 15
20
8. Überkritische Wärmepumpe nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Motor (5) als Elektromotor ausgeführt ist, an dessen Anker die zwei diametral verlaufenden Kraftübertragungsachsen (7.1, 7.2) befestigt sind. 25
30
9. Überkritische Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 4 und 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Verdichter (1), der ausschließlich von der Entspannungsmaschine (4) angetrieben ist, als erste Verdichterstufe eingesetzt ist, und sich an die erste Verdichterstufe eine zweite Verdichterstufe anschließt, die aus einem ausschließlich motorbetriebenen Verdichter (1) besteht. 35
10. Überkritische Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Verdichter (1) eine einstufige Turbomaschine ist. 40
11. Überkritische Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 4 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entspannungsmaschine (4) eine Turbomaschine ist. 45
12. Verwendung der überkritischen Wärmepumpe nach Anspruch 4 in Wärme-Kälte-Kopplung, indem gleichzeitig mittels des Gaserhitzers (3) Kälteleistung und mittels des Gaskühlers (2) Wärmeleistung zur Verfügung gestellt wird. 50
55
13. Verwendung der überkritischen Wärmepumpe nach Anspruch 4 für Trocknungsprozesse und Vorwärmer von Gasen.

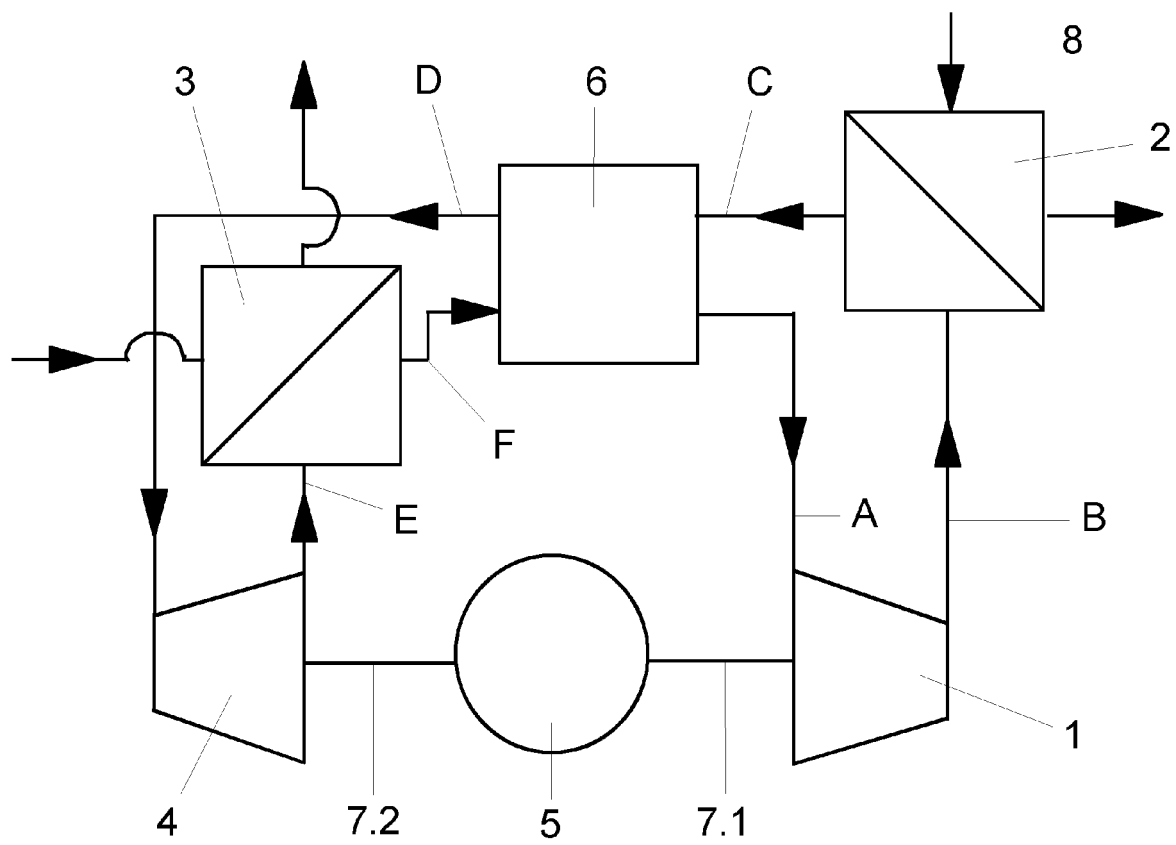
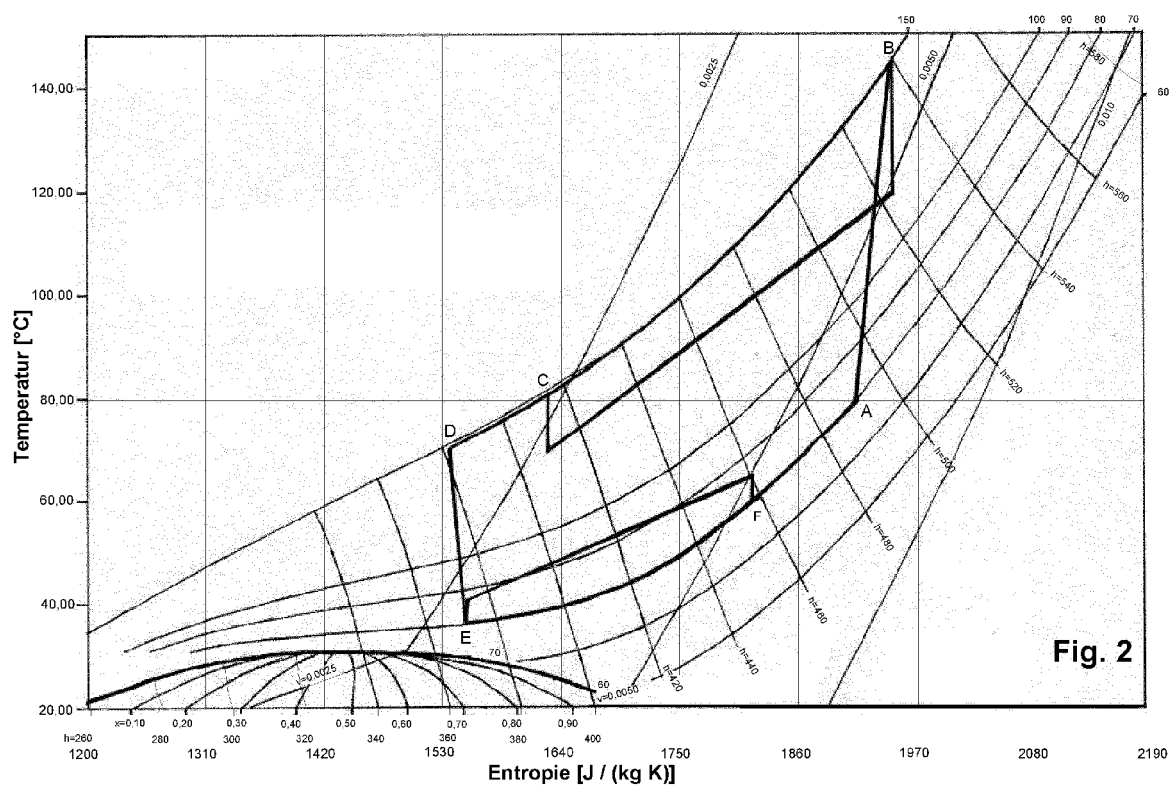


Fig. 1



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102006007119 A1 **[0004]**
- DE 102010004187 **[0007]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Wärmepumpenanwendung in Industrie, Landwirtschaft, Gesellschafts- und Wohnungsbau. VEB Verlag Technik, 1982, 41-44 **[0002]**