



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.05.2008 Patentblatt 2008/22

(51) Int Cl.:
F25B 27/00 (2006.01) F25B 30/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07450207.1**

(22) Anmeldetag: **22.11.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(71) Anmelder: **Stojec, Mario Paul**
9431 St. Stefan im Lavanttal (AT)

(72) Erfinder: **Stojec, Mario Paul**
9431 St. Stefan im Lavanttal (AT)

(74) Vertreter: **Hehenberger, Reinhard et al**
Patentanwalt
Lindengasse 8
1070 Wien (AT)

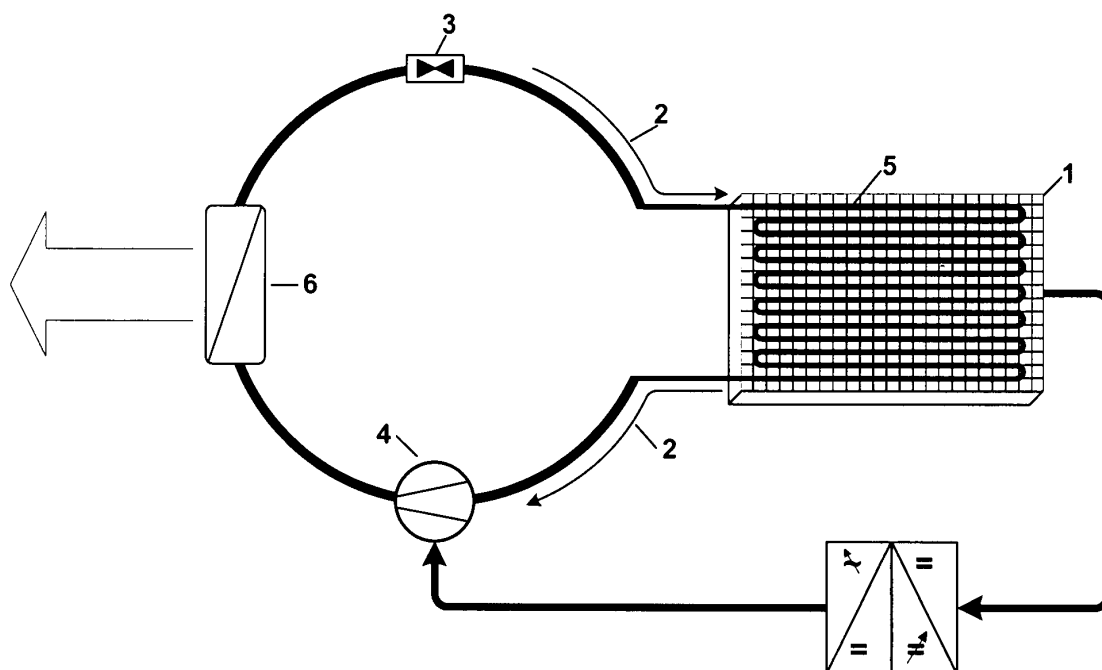
(30) Priorität: **23.11.2006 AT 19412006**

(54) **Wärmepumpe**

(57) Eine Wärmepumpe führt ein Arbeitsmedium im Kreislauf und weist wenigstens eine Vorrichtung (3) zum Druckmindern und wenigstens eine Vorrichtung (4, 9, 10) zum Druckerhöhen und auf. Die Wärmepumpe ist mit einer Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie elektrisch und thermisch gekoppelt ist, wobei die Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie die elektrische und thermische Energiequelle für die Wärmepumpe darstellt.

schers und thermischer Energie elektrisch und thermisch gekoppelt ist, wobei die Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie die elektrische und thermische Energiequelle für die Wärmepumpe darstellt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Wärmepumpe mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 20.

[0002] Das Arbeitsprinzip von Wärmepumpen sowie Wärmepumpen zum Heizen oder Kühlen von Gebäuden, Schwimmbädern, etc., sind an sich aus dem Stand der Technik bekannt. Dabei wird ein Arbeitsmedium, wie ein Kältemittel, wechselweise durch Aufbringen von mechanischer Arbeit verdichtet, d.h. auf ein höheres Temperaturniveau gebracht, und unter Abgabe von mechanischer Arbeit expandiert, d.h. auf ein niedrigeres Temperaturniveau gebracht.

[0003] Bei solchen Wärmepumpen ist es bekannt, zum Erhöhen des Temperaturniveaus einen Verdichter zu verwenden, wobei der Verdichter einen Bereich mit niedrigem Druck ("kalte Seite") und einen Bereich mit hohem Druck ("warme Seite") trennt. Zum Absenken des Temperaturniveaus kann eine Drossel verwendet werden, welche eine zweite Trennstelle zwischen der kalten und der warmen Seite der Wärmepumpe darstellt. Die Verdichterarbeit, um das Arbeitsmedium von einem niedrigen auf einen hohen Druck zu bringen, stellt in der Wärmepumpe einen sehr energieaufwändigen Vorgang dar.

[0004] Es ist bekannt, den für die Verdichterarbeit erforderlichen elektrischen Strom zu einem Teil aus einem Photovoltaik-Element und zum anderen Teil aus dem Netzstrom zu beziehen. Diese bekannte, teilweise Einspeisung von elektrischem Strom aus dem Photovoltaik-Element bedeutet jedoch lediglich einen weiteren Flächenbedarf für das Photovoltaik-Element, ohne Auswirkung auf die Leistung der Wärmepumpe und/oder des Photovoltaik-Elements.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Wärmepumpe sowie ein Verfahren der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, mit denen Wärmepumpen hinsichtlich Leistung und Flächenbedarf deutlich optimiert werden können.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß mit einer Wärmepumpe, welche die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist.

[0007] Des Weiteren wird diese Aufgabe erfindungsgemäß mit einem Verfahren gelöst, welches die Merkmale des Anspruchs 20 aufweist.

[0008] Bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Da bei der erfindungsgemäßen Wärmepumpe eine Vorrichtung zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie elektrisch und thermisch mit der Wärmepumpe gekoppelt ist, wird die thermische Leistung der Wärmepumpe vervielfacht. Dieser höhere Nutzen führt zu einem geringeren Platzbedarf für die erfindungsgemäße Wärmepumpe.

[0010] Besonders bevorzugte Ausführungsformen werden im folgenden am Beispiel eines Photovoltaik-Elements als Vorrichtung zum Bereitstellen von elektrischer

und thermischer Energie beschrieben, wobei im Rahmen der Erfindung auch andere Vorrichtungen zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie, wie z.B. ein Thermovoltaik-Element, Anwendung finden können.

[0011] Vorzugsweise ist das Photovoltaik-Element thermisch mit dem Niederdruckbereich gekoppelt. Die dem Arbeitsmedium im Niederdruck zugeführte Wärme wird durch das Kühlen des Photovoltaik-Elements erhalten, wobei die thermische Energie des Photovoltaik-Elements zum Verdampfen des Arbeitsmediums, in diesem Fall ein Kältemittel, genutzt wird. Dabei wird durch den thermischen Energieentzug am Photovoltaik-Element dessen Wirkungsgrad wesentlich verbessert. Besonders vorteilhaft ist, dass in dieser Ausführungsform der Erfindung die sonnenbestrahlte Fläche des Photovoltaik-Elements im Vergleich zur bekannten Solarthermie im Bereich von 50 % reduziert werden kann, womit Nutzflächen optimaler geplant werden können.

[0012] Die Kälteleistung der Wärmepumpe dient also zur Kühlung des Photovoltaik-Elements, die dadurch einen besseren Wirkungsgrad erreicht, wobei gleichzeitig das Photovoltaik-Element als thermische Energiequelle für die Wärmepumpe dient.

[0013] Das Koppeln des Photovoltaik-Elements mit dem Niederdruckbereich der Wärmepumpe kann im Rahmen der Erfindung sowohl direkt als auch indirekt erfolgen. Die direkte Koppelung des Photovoltaik-Elements an den Kreislauf des Arbeitsmediums erfolgt derart, dass das Arbeitsmedium im Niederdruckbereich direkt durch die Vorrichtung zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie geführt wird. Beim indirekten Koppeln ist im Niederdruckbereich ein Wärmetauscher angeordnet, durch den das Arbeitsmedium geführt wird, wobei der Wärmetauscher mit der Vorrichtung zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie gekoppelt ist.

[0014] Vorzugsweise ist weiters das Photovoltaik-Element elektrisch mit der Vorrichtung zum Druckerhöhen gekoppelt, so dass die Vorrichtung zum Druckerhöhen mit dem durch das Photovoltaik-Element erzeugten Strom betrieben wird. Somit wird das Photovoltaik-Element zur thermischen und elektrischen Energiequelle der Wärmepumpe, wodurch das System aus Wärmepumpe und thermisch und elektrisch eingebundenem Photovoltaik-Element ohne weitere Energiezufuhr, wie z.B. Netzstrom, betrieben werden kann.

[0015] Die Erfindung ermöglicht daher in Hinsicht auf Energiesparen, umweltfreundliche Energienutzung und Verbesserung der Leistung von Systemkomponenten nicht nur wesentliche Vorteile für die gewerbliche Nutzung, sondern wird durch die optimale Nutzflächenplanung im Sinne einer Halbierung der bisher benötigten Fläche auch für die private Nutzung attraktiver, da die erfindungsgemäße Wärmepumpe individueller an Kundenwünsche anpassbar ist. Alle diese Vorteile haben für die zukünftige Entwicklung betreffend privaten oder gewerblichen Energieverbrauch besondere Bedeutung.

[0016] Weitere besonders bevorzugte Ausführungs-

formen weisen zwei Vorrichtungen zum Druckerhöhen auf, wobei zwischen den beiden Vorrichtungen zum Druckerhöhen ein Mitteldruckbereich gebildet ist. Somit kann dem Mitteldruckbereich zusätzlich auch weitere Wärme zugeführt werden, ohne dass die Kühlleistung der "kalten Seite" beeinträchtigt wird, wobei die Energiebilanz der Wärmepumpe verbessert wird.

[0017] Die zwei Vorrichtungen zum Druckerhöhen können im Rahmen der Erfindung zwei Verdichter sein oder ein Verdichter und wenigstens eine Pumpe. Im weiteren werden Ausführungsformen am Beispiel von zwei Verdichtern beschrieben, wobei der erste Verdichter zwischen Niederdruck- und Mitteldruckbereich angeordnet ist und der zweite Verdichter zwischen Mitteldruck- und Hochdruckbereich. Im Weiteren wird der erste Verdichter als Mitteldruckverdichter und der zweite Verdichter als Hochdruckverdichter bezeichnet.

[0018] Das Zuführen von weiterer Wärme in den Mitteldruckbereich kann im Rahmen der Erfindung einerseits derart erfolgen, dass überschüssige Wärme aus dem Hochdruckbereich in den Mitteldruckbereich rückgeführt wird (Vorwärmen des Arbeitsmediums). Da erfindungsgemäß im Mitteldruckbereich ein Wärmetauscher angeordnet ist, kann die Temperatur des Arbeitsmediums im Hochdruckbereich über diesen Wärmetauscher auf das Arbeitsmedium im Mitteldruckbereich übertragen werden. Die in den Mitteldruckbereich eingebrachte Wärme erhöht den Druck des Arbeitsmediums. Somit wird durch die Wärmerückführung der Hochdruckverdichter entlastet und dessen Stromverbrauch reduziert, womit sich gleichfalls die Leistungszahl der Wärmepumpe verbessert. Die Reduzierung des Stromverbrauches erfolgt im Wesentlichen proportional dazu, wie der Druck im Mitteldruckbereich durch Zufuhr von Wärme steigt. Ein weiterer Vorteil der Energierückführung ist, dass die überschüssige Wärme nicht mehr an die Umgebung abgegeben werden muss.

[0019] Weiters können im Rahmen der Erfindung in den Mitteldruckbereich Temperaturen eingespeist werden, die zwischen den Temperaturen im Niederdruckbereich und dem Hochdruckbereich liegen. Dieser Temperaturbereich ist so ausgelegt, dass in den Mitteldruckbereich auch direkt thermische Energie, d.h. Wärme, von Vorrichtungen zum Bereitstellen von thermischer und gegebenenfalls elektrischer Energie, wie z.B. Photovoltaik- oder Thermovoltaik-Elementen, sowie Energie aus Prozess- oder Abwärme oder aus einer Kühlvorrichtung, z.B. zur Kühlung von Photovoltaik- und/oder Thermovoltaik-Elementen, eingespeist werden kann, womit weiterhin in erheblichem Maße Energiekosten eingespart werden.

[0020] Mit der Vorrichtung zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie kann der Großteil der elektrischen Energie für die beiden Vorrichtungen zum Druckerhöhen in der Wärmepumpe selbst erzeugt werden, wobei die thermische Energie direkt zur Druckerhöhung des Arbeitsmediums im Mitteldruckbereich und damit zur Senkung des benötigten Stroms genutzt werden kann.

[0021] Durch die erfindungsgemäßen zwei Vorrichtungen zum Druckerhöhen ist also eine Energierückführung und/oder eine zusätzliche Energiezuführung vor dem Hochdruckverdichter möglich, ohne die Kälteleistung der Wärmepumpe zu negativ beeinflussen.

[0022] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die angeschlossenen Zeichnungen, in welchen bevorzugte Ausführungsformen dargestellt sind.

[0023] Es zeigt: Fig. 1 ein Fließschema einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Wärmepumpe, Fig. 2 ein Fließschema einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Wärmepumpe, Fig. 3 ein Fließschema einer dritten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Wärmepumpe und Fig. 4 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wärmepumpe in schematischer Darstellung.

[0024] In Fig. 1 ist ein stark vereinfacht dargestelltes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Wärmepumpe in einer noch zu beschreibenden Verbindung mit einem Photovoltaik-Element 1 als Vorrichtung zum Bereitstellen von thermischer und elektrischer Energie gezeigt.

[0025] In der Wärmepumpe wird ein Kältemittel als Arbeitsmedium in Pfeilrichtung 2 im Kreislauf geführt. Der Kältemittelkreislauf lässt sich in zwei Bereiche unterteilen: ein Bereich, in welchem das Kältemittel in der Wärmepumpe einen niedrigen Druck und eine niedrige Temperatur aufweist (im Weiteren als Niederdruckbereich bezeichnet) und ein Bereich, in welchem das Kältemittel einen höheren Druck und eine höhere Temperatur aufweist (im Weiteren als Hochdruckbereich bezeichnet).

[0026] Der Niederdruckbereich ist in Strömungsrichtung des Kältemittels (Pfeilrichtung 2) begrenzt durch eine Drossel 3 und einen Verdichter 4, wobei der Verdichter 4 das Kältemittel auf die im Hochdruckbereich herrschenden Drücke und Temperaturen verdichtet. Die Drossel 3 ist in der gezeigten Ausführungsform ein Expansionsventil und steuert den Volumenstrom des Kältemittels, welcher den Energieumsatz der Wärmepumpe bestimmt. Ebenso ist der Hochdruckbereich in Strömungsrichtung des Kältemittels (Pfeilrichtung 2) begrenzt durch den Verdichter 4 und die Drossel 3, wobei die Drossel 3 das Kältemittel auf die im Niederdruckbereich herrschenden Drücke und Temperaturen expandiert. Durch die bei der Drossel 3 erwirkte Temperaturabsenkung des Kältemittels kann die Kälte zum Kühlen von Verbrauchergeäten bereitgestellt werden.

[0027] Im Niederdruckbereich ist das Photovoltaik-Element 1 direkt an den Kreislauf des Arbeitsmediums gekoppelt, wobei das Kältemittel direkt mittels einer Leitung 5, die bereichsweise am bzw. im Photovoltaik-Element 1 angeordnet ist, durch das Photovoltaik-Element 1 geführt wird. Somit wird das Photovoltaik-Element 1 durch die Wärmepumpe gekühlt, wobei das Photovoltaik-Element 1 die thermische Energiequelle für die Wärmepumpe darstellt. Gleichzeitig wird die elektrische En-

ergie des Photovoltaik-Elements 1 wie zu Fig. 4 beschrieben dem Verdichter 4 zugeführt, so dass das Photovoltaik-Element 1 auch als elektrische Energiequelle für die Wärmepumpe anzusehen ist.

[0028] Im Rahmen der Erfindung wird eine Leitung als gleichwertig angesehen wie ein zusammenhängendes Leitungssystem.

[0029] Im Hochdruckbereich ist eine Wärmetauscher 6 angeordnet, über den Wärme an Verbrauchergeräte abgegeben werden kann.

[0030] Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Wärmepumpe, deren Einteilung in Niederdruckbereich und Hochdruckbereich der zur Fig. 1 beschriebenen Einteilung entspricht. Auch bei dieser Ausführungsform ist ein Photovoltaik-Element 1 thermisch und elektrisch mit der Wärmepumpe gekoppelt.

[0031] Der Unterschied zu der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist, dass das Photovoltaik-Element 1 nicht direkt mit dem Niederdruckbereich gekoppelt ist sondern indirekt. Dazu ist im Niederdruckbereich ein Wärmetauscher 7 angeordnet, von dem eine Leitung 8 ausgeht, die bereichsweise am bzw. im Photovoltaik-Element 1 angeordnet ist.

[0032] Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Wärmepumpe, deren Einteilung in Niederdruckbereich und Hochdruckbereich von den zu den Fig. 1 und 2 beschriebenen Ausführungsformen abweicht. Das Kältemittel wird in Pfeilrichtung 2 im Kreislauf geführt, wobei sich der Kältemittelkreislauf in drei Bereiche unterteilen lässt: der Niederdruckbereich, der Hochdruckbereich und ein zusätzlicher Bereich, in welchem Druck und Temperatur des Kältemittels zwischen den beiden vorgenannten Bereichen liegt (im Weiteren als Mitteldruckbereich bezeichnet).

[0033] Der Niederdruckbereich ist in Strömungsrichtung des Kältemittels (Pfeilrichtung 2) wiederum begrenzt durch die Drossel 3 und einen ersten Verdichter 9, wobei der erste Verdichter 9 (Mitteldruckverdichter) das Kältemittel auf die im Mitteldruckbereich herrschenden Drücke und Temperaturen verdichtet. Der Hochdruckbereich ist in Strömungsrichtung des Kältemittels (Pfeilrichtung 2) begrenzt durch einen zweiten Verdichter 10 und der Drossel 3, wobei der zweite Verdichter 5 (Hochdruckverdichter) das Kältemittel auf die im Hochdruckbereich herrschenden Drücke und Temperaturen verdichtet und die Drossel 3 das Kältemittel auf die im Niederdruckbereich herrschenden Drücke und Temperaturen expandiert. Im Rahmen der Erfindung kann vorgesehen sein, dass ein Verdichter 9 oder 10 sowie wenigstens eine Pumpe vorgesehen sind, um den Mitteldruckbereich zu bilden.

[0034] Zwischen dem ersten Verdichter 9 und dem zweiten Verdichter 10 ist der Mitteldruckbereich geschaffen, in welchen vor dem zweiten Verdichter 10 thermische Energie eingebracht werden kann, ohne die Kälteleistung im Niederdruckbereich zu verändern, da der erste Verdichter 9 als Druckbarriere wirkt, wenn in den Mitteldruckbereich thermische Energie eingebracht wird. Im

folgenden werden zwei Varianten angesprochen, wie thermische Energie in den Mitteldruckbereich eingebracht wird, wobei im Rahmen der Erfindung auch andere Möglichkeiten denkbar sind.

[0035] Eine Möglichkeit der Energieeinspeisung ist die Wärmerückführung vom Hochdruckbereich in den Mitteldruckbereich. Diese thermische Energierückführung ist bei Ausführung der Wärmepumpe als Kältemaschine besonders von Vorteil, wenn die Heizleistung im Hochdruckbereich nicht benötigt wird. Dafür ist zwischen dem ersten Verdichter 9 und dem zweiten Verdichter 10 ein Wärmetauscher 11 angeordnet. Ausgehend von dem im Hochdruckbereich angeordneten Wärmetauscher 6, über den die Heizleistung sonst auch beispielsweise zur Heiß- oder Brauchwasseraufbereitung genutzt werden könnte, verläuft eine Leitung 12, welche in den Wärmetauscher 11 mündet. Die so in den Mitteldruckbereich eingespeiste (rückgeführte) Wärme hebt den Druck des Kältemittels vor dem zweiten Verdichter 10, wodurch dessen Drehmoment zum Verdichten des Kältemittels auf den im Hochdruckbereich herrschenden Druck kleiner wird. Der Stromverbrauch des Zweiten Verdichters 10 verringert sich um den Teil der eingespeisten Energie, mit der Folge, dass die Leistungszahl und die Energiebilanz der Wärmepumpe optimiert wird.

[0036] Eine weitere Möglichkeit der thermischen Energieeinspeisung in den Mitteldruckbereich ist die Wärmezuführung vom Photovoltaik-Element 1. Diese thermische Energiezuführung kann z.B. mittels eines Mediums, welches zuvor zur Kühlung des Photovoltaik-Elements 1 eingesetzt wurde, erfolgen (dabei kann auch die durch die Wärmepumpe erzeugte Kälteleistung direkt zur Kühlung des Photovoltaik-Elements 1 genutzt werden). Hierzu ist ausgehend von Photovoltaik-Elementen 1 eine Leitung 8 vorgesehen, die in den Wärmetauscher 11 mündet. Der Temperaturbereich, der innerhalb des Mitteldruckbereichs eingespeist wird, ist so ausgelegt, dass die vom Photovoltaik-Element 1 zugeführte Wärme den gewünschten Wirkungsgrad erzielt.

[0037] Die Anbindung des Photovoltaik-Elements 1 an die Wärmepumpe ist am besten aus Fig. 4 ersichtlich und wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3, d.h. mit einem Mitteldruckbereich, erläutert. Die elektrische Anbindung vom Photovoltaik-Element 1 mit der Wärmepumpe, insbesondere das Zuführen des vom Photovoltaik-Element 1 erzeugten Stroms zu einem Verdichter 4, 9, 10, kann ebenso auf die in den Fig. 1 und 2 beschriebenen Ausführungsformen erfolgen.

[0038] Mit dem Photovoltaik-Element 1 wird elektrische Energie erzeugt, mit welcher beiden Verdichter 9, 10 mit ganz oder teilweise Solarenergie betrieben werden. Die dabei anfallende Solarwärme wird wie oben beschrieben direkt zur Druckerhöhung des Kältemittels im Mitteldruckbereich der Wärmepumpe genutzt. Die durch die Wärmepumpe erzeugte Kälteleistung wird direkt zur Kühlung des Photovoltaik-Elements 1 eingebracht. Die elektrische Leistung des Photovoltaik-Elements 1 kann

so wesentlich gesteigert werden. Die Einsparung an sonstiger elektrischer Energie liegt bei dieser Wärmepumpe bei bis zu 100% gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Wärmepumpen, wobei im Kühlbetrieb durch die erfindungsgemäße Rückführung der Heizleistung in den Mitteldruckbereich der elektrische Energieverbrauch gesenkt wird.

[0039] Die elektrische Energie des Photovoltaik-Elements 1 wird bei dessen direkter Anbindung an die Wärmepumpe einem DC/DC-Wandler 13 zugeführt. Über den DC/DC-Wandler 13 ist das Photovoltaik-Element 1 mit einem Frequenzumrichter 14 verbunden. Mittels einer Vorrichtung 15 zur Leistungsmessung und einem Steuerungssystem 16 wird die vom Photovoltaik-Element 1 zu liefernde Energie an den von der Wärmepumpenleistung abhängigen Energiebedarf der beiden Verdichter 9, 10 angepasst. Der Frequenzumrichter 14 bedient die beiden Verdichter 9, 10 mit variabler Frequenz zur Steuerung der Verdichterleistungen.

[0040] Im Rahmen der Erfindung können alternativ oder zusätzlich zum Photovoltaik-Element 1 auch Thermovoltaik-Elemente 17 als Vorrichtung zum Bereitstellen von thermischer und/oder elektrischer Energie vorgesehen sein. Die Thermovoltaik-Elemente 17 sind im gezeigten Ausführungsbeispiel in Form von Thermogeneratoren im Wärmetauscher 6 angeordnet, können jedoch auch in weiteren Wärmetauschern der Wärmepumpe angeordnet werden. Die Einspeisung von thermischer Energie in den Mitteldruckbereich erfolgt über die Leitung 12. Die erzeugte elektrische Energie wird analog zum Photovoltaik-Element 1 über einen DC/DC-Wandler 13 dem Frequenzumrichter 14 zugeführt und mit dem Steuerungssystem 16 und der Vorrichtung 15 zur Leistungsmessung an den Energiebedarf der Verdichter 9, 10 angepasst.

[0041] Die Wärmepumpe kann mit dem Ventil 18 jeweils vom Heizbetrieb in den Kühlbetrieb umgeschaltet werden. Im Rahmen der Erfindung wird bevorzugt ein Kältemittel als Arbeitsmedium verwendet, welches bei ungewolltem Austritt aus der Wärmepumpe möglichst wenig schädlichen Einfluss auf die Umwelt und insbesondere auf die Ozonschicht der Erde ausübt.

[0042] Weitere in Fig. 4 dargestellte Bauteile der erfindungsgemäßen Wärmepumpe, wie die Anbindung an ein Wärmereservoir 19, z.B. Erdwärme oder Grundwasser, oder die Anbindung an ein Verbrauchergerät, z.B. ein Kühlschranks, oder die Anbindung an das elektrische Netz 20, können auf an sich aus dem Stand der Technik bekannte Weise ausgeführt sein.

[0043] Zusammenfassend kann ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wie folgt dargestellt werden:

[0044] Eine Wärmepumpe führt ein Arbeitsmedium im Kreislauf und weist wenigstens eine Vorrichtung 3 zum Druckmindern und wenigstens eine Vorrichtung 4, 9, 10 zum Druckerhöhen und auf. Die Wärmepumpe ist mit einer Vorrichtung 1, 17 zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie elektrisch und thermisch gekoppelt ist, wobei die Vorrichtung 1, 17 zum Bereitstellen

von elektrischer und thermischer Energie die elektrische und thermische Energiequelle für die Wärmepumpe darstellt.

Patentansprüche

1. Wärmepumpe mit wenigstens einer Vorrichtung (4, 9, 10) zum Druckerhöhen und wenigstens einer Vorrichtung (3) zum Druckmindern, welche einen Kreislauf eines Arbeitsmediums in einen Niederdruckbereich und einen Hochdruckbereich einteilen, und mit wenigstens einem Wärmetauscher (6, 7, 11), **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie elektrisch und thermisch mit der Wärmepumpe gekoppelt ist.
2. Wärmepumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie thermisch mit dem Niederdruckbereich gekoppelt ist.
3. Wärmepumpe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie im Niederdruckbereich direkt an den Kreislauf des Arbeitsmediums gekoppelt ist.
4. Wärmepumpe nach Anspruch 3, **gekennzeichnet durch** eine Leitung (5) im Niederdruckbereich, die bereichsweise an bzw. in der Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie angeordnet ist.
5. Wärmepumpe nach Anspruch 2, **gekennzeichnet durch** einen Wärmetauscher (7) im Niederdruckbereich, wobei der Wärmetauscher (7) mit der Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie gekoppelt ist.
6. Wärmepumpe nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** eine vom Wärmetauscher (7) ausgehende Leitung (8), die bereichsweise an bzw. in der Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie angeordnet ist.
7. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie elektrisch mit der Vorrichtung (4, 9, 10) zum Druckerhöhen gekoppelt ist.
8. Wärmepumpe nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie und der Vorrichtung (4, 9, 10) zum Drucker-

höhen ein Frequenzumrichter (14) angeordnet ist.

9. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (3) zum Druckmindern eine Drossel (3), insbesondere ein Expansionsventil, ist.
10. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Vorrichtungen (9, 10) zum Druckerhöhen vorgesehen sind und das zwischen den beiden Vorrichtungen (9, 10) zum Druckerhöhen ein Mitteldruckbereich gebildet ist.
11. Wärmepumpe nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei Vorrichtungen (9, 10) zum Druckerhöhen Verdichter (9, 10) sind.
12. Wärmepumpe nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorrichtung (9, 10) zum Druckerhöhen ein Verdichter (9 oder 10) ist und die andere Vorrichtung (9, 10) zum Druckerhöhen durch wenigstens eine Pumpe gebildet ist.
13. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die im Mitteldruckbereich herrschende Temperatur höher ist als die Temperatur im Niederdruckbereich und niedriger als die Temperatur im Hochdruckbereich.
14. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Mitteldruckbereich zwischen den zwei Vorrichtungen (9, 10) zum Druckerhöhen ein Wärmetauscher (11) angeordnet ist.
15. Wärmepumpe nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** ausgehend vom Hochdruckbereich eine in den Wärmetauscher (11) im Mitteldruckbereich führende Leitung (12) angeordnet ist.
16. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie thermisch mit dem Mitteldruckbereich gekoppelt ist.
17. Wärmepumpe nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** ausgehend von der Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie eine Leitung (8) in den Wärmetauscher (11) im Mitteldruckbereich angeordnet ist.
18. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie ein Photovoltaik-Element (1) ist.
19. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 17,

dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie ein Thermovoltaik-Element (17) ist.

20. Verfahren zum Betreiben einer Wärmepumpe, bei dem ein Arbeitsmedium in einem Niederdruckbereich und einem Hochdruckbereich auf unterschiedliche Temperatur- und Druckniveaus gebracht wird, wobei der Niederdruckbereich und der Hochdruckbereich durch wenigstens eine Vorrichtung (4, 9, 10) zum Druckerhöhen und wenigstens eine Vorrichtung (3) zum Druckmindern voneinander abgegrenzt sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie elektrisch und thermisch mit der Wärmepumpe gekoppelt wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dem Arbeitsmedium im Niederdruck zugeführte Wärme durch das Kühlen der Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie erhalten wird.
22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (4, 9, 10) zum Druckerhöhen mit dem durch die Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie erzeugten Strom betrieben wird.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Arbeitsmedium im Niederdruckbereich direkt durch die Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie geführt wird.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Arbeitsmedium im Niederdruckbereich durch einen Wärmetauscher (7) geführt wird und dass der Wärmetauscher (7) mit der Vorrichtung (1, 17) zum Bereitstellen von elektrischer und thermischer Energie gekoppelt wird.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Anordnen von zwei Vorrichtungen (9, 10) zum Druckerhöhen ein Mitteldruckbereich gebildet wird, in welchem zusätzlich weitere Wärme zugeführt wird.
26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** Wärme aus dem Hochdruckbereich in den Mitteldruckbereich rückgeführt wird.
27. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** Abwärme und/oder Prozesswärme in den Mitteldruckbereich zugeführt wird.

Fig. 1

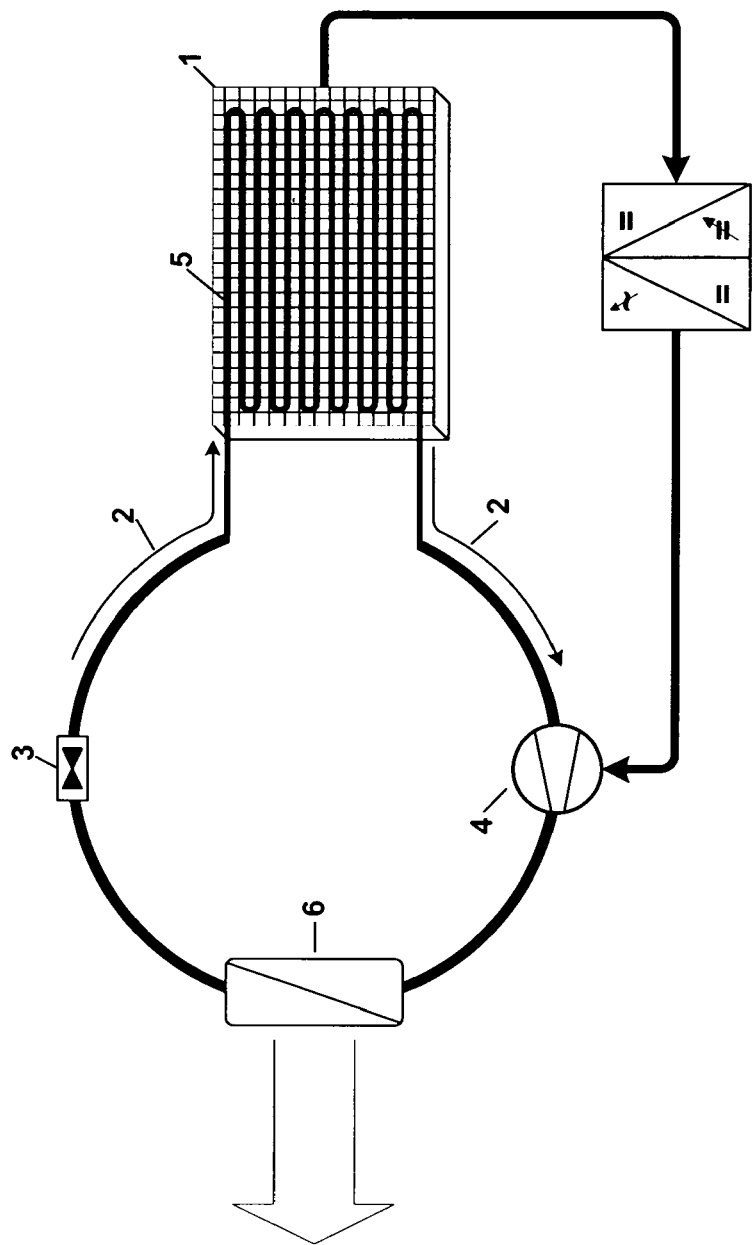


Fig. 2

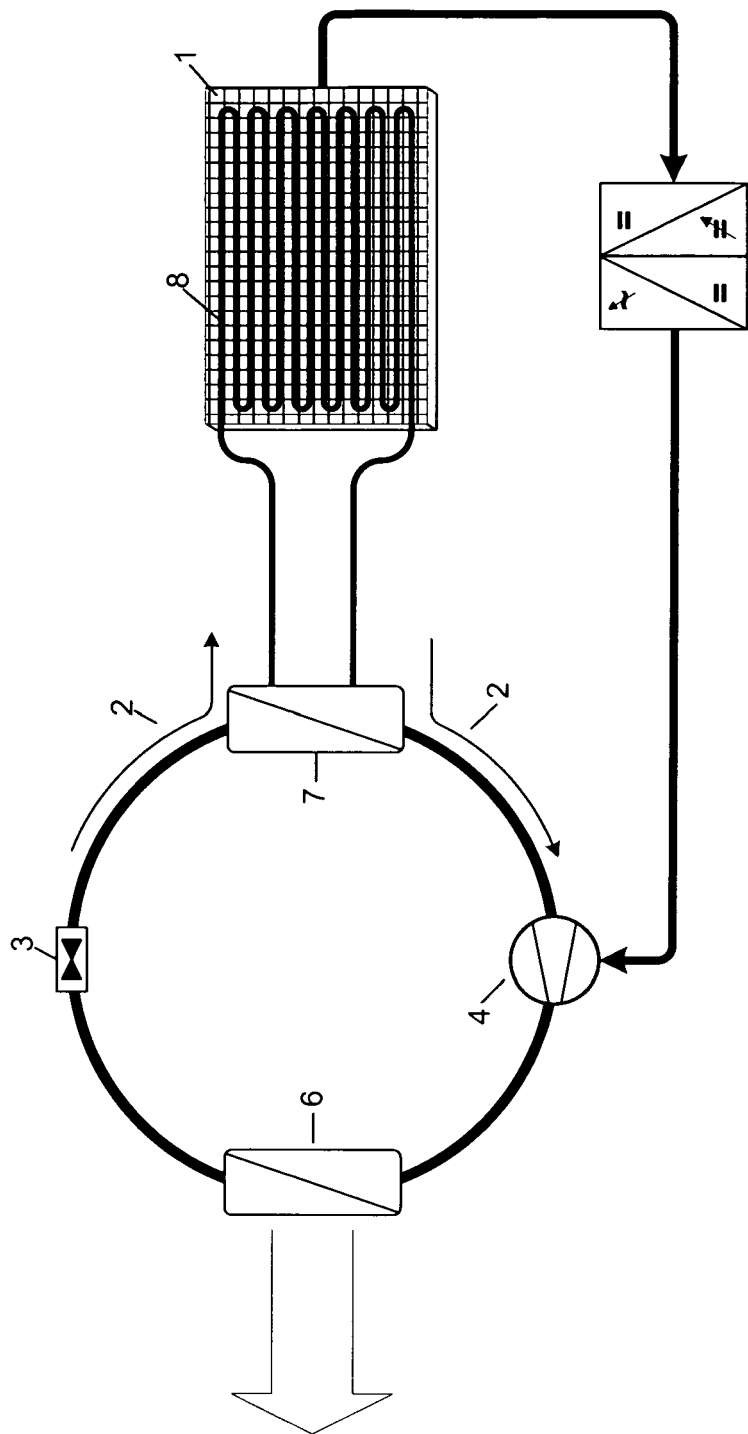


Fig. 3

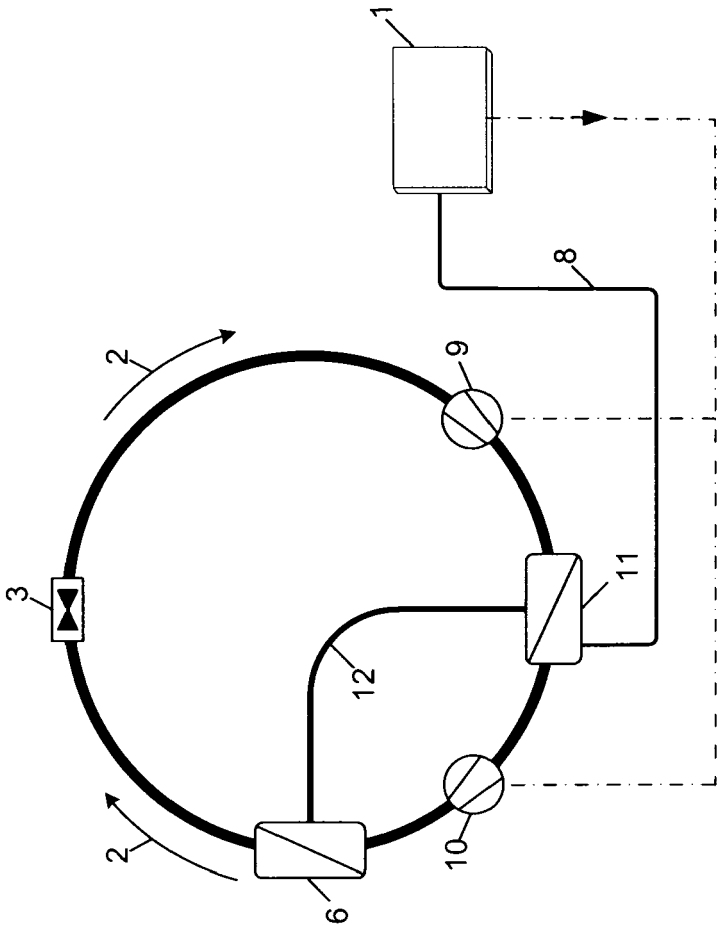


Fig. 4

