



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 582 826 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.10.2005 Patentblatt 2005/40

(51) Int Cl.7: **F25B 30/06, F25B 9/00**

(21) Anmeldenummer: **05006270.2**

(22) Anmeldetag: **22.03.2005**

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

(72) Erfinder: **Bangheri, Andreas**
6230 Brixlegg (AT)

(74) Vertreter: **Schwan - Schwan - Schorer**
Patentanwälte
Bauerstrasse 22
80796 München (DE)

(30) Priorität: **29.03.2004 DE 102004015297**

(71) Anmelder: **Bangheri, Andreas**
6230 Brixlegg (AT)

(54) **Wärmepumpe und Verfahren zur zyklischen Dampfkompensation**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation, welche mit einem überkritischen Druck auf der Hochdruckseite arbeitet und einen Direktverdampfer (1), einen Niederdrucksammler (2), einen Verdichter (3), einen Gaskühler (4) und eine Drossel (5) aufweist, die in Reihe zu einem

Strömungskreislauf miteinander verbunden sind und von einem Arbeitsfluid durchströmt werden, wobei die Vorrichtung als Wärmepumpe betrieben wird und der Direktverdampfer in einer Primärwärmequelle eingebettet ist. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein entsprechendes Verfahren.

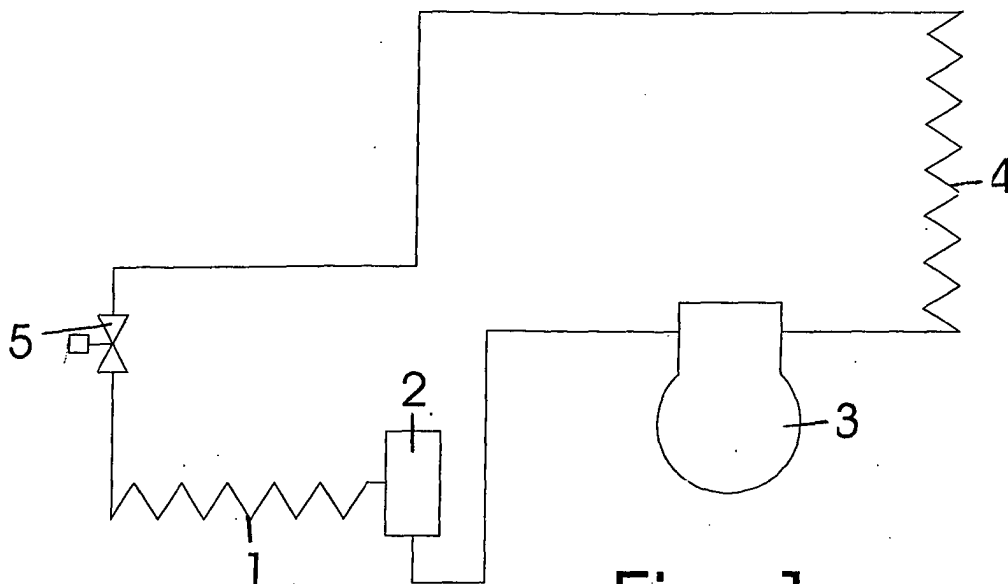


Fig. 1

EP 1 582 826 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein Verfahren zur zyklischen Dampfkompensation gemäß Anspruch 11.

[0002] Die zyklische Dampfkompensation ist die Basis für die meisten bekannten Wärmepumpen, die ihrerseits einen wichtigen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasen darstellen. Eine Wärmepumpe wandelt Wärme niedriger Temperatur (auch im Winter bei weit unter 0°C) in Wärme hoher Temperatur um. Dies geschieht in der Regel durch einen geschlossenen Kreisprozess durch ständiges Ändern des Aggregatzustandes eines Arbeitsfluids: Verdampfen unter Wärmeaufnahme, Komprimieren, Wärmeabgabe, Verflüssigen, Expandieren). Dabei entzieht die Wärmepumpe der Umgebung des Hauses im Erdreich, Wasser oder Luft gespeicherte Sonnenwärme und gibt diese in Form von Wärme an den Heiz- und Warmwasserkreislauf ab.

[0003] Bei bekannten Wärmepumpensystemen werden einerseits Solewärmepumpen und andererseits Systeme mit Direktverdampfung eingesetzt. Bei einer Solewärmepumpe wird Wärme vom Erdreich auf einen ersten Kreislauf mit einer Sole als Arbeitsflüssigkeit übertragen. Die Sole besteht in der Regel aus einem Gemisch aus Frostschutz, wie z.B. Glykol und Wasser, und wird mittels eines Wärmekollektors durch das Erdreich geleitet, wo sie Wärme aufnimmt. Dieser Primärkreislauf gibt einen Teil der aufgenommenen Wärme an einen Sekundärkreislauf ab, dessen Arbeitsfluid den eigentlichen zyklischen Kompressionsprozess durchläuft und dabei durch den Wärmeübertrag vom Primärkreislauf zunächst verdampft wird, anschließend komprimiert, verflüssigt expandiert und wiederum verdampft wird. Der Aufbau einer Solewärmepumpe beinhaltet verschiedene Nachteile. Zum einen entsteht durch den zweimaligen Wärmeübertrag ein geringerer Wirkungsgrad als bei nur einem Kreislauf und zum anderen wird durch die erforderliche Umwälzpumpe zum Umwälzen der Sole in Verbindung mit dem zähen Frostschutzgemisch zusätzliche Energie verbraucht. Letztlich wird durch den Zwischenkreislauf der Temperaturhub des Kältekreislaufes von der Energiequellenseite (Erdreich) zur Energienutzerseite (Heizungssystem) erhöht. In der Folge steigt der Energiebedarf bzw. Stromverbrauch zusätzlich an.

[0004] Alternative, bekannte Wärmepumpensysteme beinhalten die Direktverdampfung des Arbeitsfluids im Erdreich. Die Wärme des Erdreichs wird dabei direkt über einen Direktverdampfer an das Arbeitsfluid übertragen. Das Arbeitsfluid strömt dabei durch den im Wärmepumpenprozess vorhandenen Druckunterschied zwischen Hochdruck- und Niederdruckseite durch den Direktverdampfer, ohne zusätzlichen Energieverbrauch durch eine Umwälzpumpe zu generieren. So beschreibt die DE 101 01 200 A1 ein Betonteil für Wärmepumpenanlagen, innerhalb dessen eine Verrohrung unterge-

bracht ist, die als Direktverdampfer ausgebildet ist. Herkömmliche Direktverdampfungsvorrichtungen verwenden Arbeitsfluide, die vollständig bei unterkritischen Drücken arbeiten und damit die Kondensation der Fluids während der Kühlung zur Energieabgabe an der Energienutzerseite ermöglichen. Es werden dabei eine Vielzahl unterschiedlicher Substanzen oder Mischungen von Substanzen als Arbeitsfluide verwendet. Die Wahl des Arbeitsfluids ist unter anderem von der Kondensationstemperatur beeinflusst, während die kritische Temperatur des Arbeitsfluids die Obergrenze für die auftretende Kondensation setzt. Um einen vernünftigen Wirkungsgrad zu erhalten, ist es normalerweise wünschenswert, ein Arbeitsfluid mit einer kritischen Temperatur von mindestens 20 bis 30 K oberhalb der Kondensationstemperatur zu verwenden. Temperaturen nahe der kritischen Temperatur werden normalerweise bei der Auslegung und beim Betrieb von herkömmlichen Systemen vermieden.

[0005] Während solche Direktverdampfungssysteme aus energetischen Gründen etliche Vorteile aufweisen, haben sie bis jetzt jedoch den großen Nachteil, dass gängige Arbeitsfluide Treibhausgase sind, die die Erwärmung des Erdklimas beschleunigen bzw. die Ozonschicht der Erde abbauen. Selbst neuere Arbeitsfluide, die aus Umweltschutzgründen halogenfrei sind, haben immer noch ein erhebliches Treibhauspotential. Natürliche Kältemittel wie beispielsweise CO₂ scheinen eine Alternative zu sein, jedoch hat die kritische Temperatur von beispielsweise CO₂ mit 32 °C in der Vergangenheit deren Einsatzmöglichkeiten stark eingeschränkt.

[0006] Durch die Erfindung des Lorenz-Prozesses ergeben sich aber nun die Möglichkeiten, transkritische Dampfkompensationszyklen zu realisieren, die auch bei Temperaturen über der kritischen Temperatur des Arbeitsfluids einen guten Wirkungsgrad liefern. Beispiele für solche transkritischen Dampfkompensationsvorrichtungen oder -verfahren finden sich in EP 0 604 417 B1, EP 0 672 233 B1, EP 0 424 474 B2 sowie in EP 0 617 782 B1. Im Unterschied zu den bisherigen, subkritischen Kompressionskreisläufen ist bei diesen transkritischen Bedingungen das Arbeitsfluid auf der Hochdruckseite des Kreislaufs in einem überkritischen Zustand, was bedeutet, dass unabhängig vom Druck das Arbeitsfluid nicht mehr zu einer Flüssigkeit komprimiert bzw. kondensiert wird, sondern immer im gasförmigen Zustand vorliegt.

[0007] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur zyklischen Dampfkompensation mit einem überkritischen Druck auf der Hochdruckseite zur Verwendung als Wärmepumpe mit Direktverdampfung zu schaffen.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation gemäß Anspruch 1 sowie einem Verfahren zur zyklischen Wärmeaufnahme eines Arbeitsfluids gemäß Anspruch 11.

[0009] Dabei ist vorteilhaft, dass durch die transkriti-

sche Auslegung (auf der Hochdruckseite wird das System bei überkritischem Druck betrieben, auf der Niederdruckseite bei unterkritischem Druck) das System auch bei Temperaturen über der kritischen Temperatur des Arbeitsfluids betrieben werden kann. Damit wird das Spektrum der verwendbaren Arbeitsfluide erweitert und können insbesondere Arbeitsfluide mit günstigeren Umwelteigenschaften zum Einsatz kommen. Weiterhin ist vorteilhaft, dass bei der vorliegenden Erfindung die zyklische Dampfkompensation mit überkritischem Druck beim Einsatz als Wärmepumpe mit der energetisch günstigen Ausführungsform der Direktverdampfung kombiniert wird, wodurch sich ein deutlich besserer Wirkungsgrad als beim Einsatz in Kombination mit einer Solewärmepumpe ergibt, da die Erdwärme so ohne einen Zwischenkreislauf genutzt werden kann. Die Erfindung kann sowohl in Wärmepumpen als auch in der Kälte- und Klimatechnik eingesetzt werden.

[0010] Die Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation besteht erfindungsgemäß aus einem Direktverdampfer, einem Niederdrucksammler, einem Verdichter, einem Gaskühler, einem Drosselventil und optional einem internen Wärmetauscher. Der Direktverdampfer steht mit dem Erdreich als Wärmequelle in thermischen Kontakt, die im folgenden als Primärwärmequelle bezeichnet wird, um klarzustellen, dass dem Erdreich die Wärmeenergie direkt entzogen werden soll und nicht etwa über einen Primärkreislauf beispielsweise in Form eines Solekreislaufs, der dem Kreislauf zur zyklischen Dampfkompensation vorgeschaltet ist. Der Direktverdampfer besteht dabei aus einer oder mehreren Verdampferleitungen, die im Erdreich verlegt sind und mit diesem in thermischem Kontakt stehen. Der Direktverdampfer wird im überfluteten Betrieb gefahren, was bedeutet, dass das Arbeitsfluid unter Aufnahme von Wärmeenergie nur teilweise verdampft und an einen Niederdrucksammler weitergeleitet wird. In diesem Niederdrucksammler werden in der Regel die Flüssigkeitsreste abgeschieden, d.h. das Arbeitsfluid wird ihm nicht im überhitzten Zustand zugeführt, sondern beinhaltet immer noch einen Flüssigkeitsanteil. Er dient dabei neben seiner Funktion als Flüssigkeitsabscheider auch als Kältemittelspeicher. Anschließend wird der Dampf des Arbeitsfluids vom Verdichter entweder direkt oder beim Einsatz eines internen Wärmetauschers im überhitzten Zustand angesaugt. In der Folge wird das Arbeitsfluid auf ein überkritisches Niveau verdichtet und durch den Gaskühler abgekühlt, wobei das Arbeitsfluid Wärmeenergie abgibt. In der Folge wird das Arbeitsfluid mittels der Drossel auf subkritisches Verdampfungs-niveau gebracht und durch den Direktverdampfer wiederum verdampft, wodurch das Arbeitsfluid Wärmeenergie vom Erdreich aufnimmt.

[0011] Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0012] Bei bevorzugten Ausgestaltungen der Erfindung kommt als Arbeitsfluid Kohlendioxid (CO₂) zum Einsatz, da dieses Medium gegenüber den herkömmli-

chen Arbeitsfluiden vergleichsweise gute Umwelteigenschaften besitzt. In weiteren bevorzugten Ausgestaltungen der Erfindung ist der Niederdrucksammler direkt an den Direktverdampfer angekoppelt. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird dabei der Direktverdampfer im überfluteten Bereich betrieben, was bedeutet, dass er das Arbeitsfluid nicht nur gasförmig, sondern gleichzeitig auch in flüssigem Zustand beinhaltet. Der Niederdrucksammler dient sowohl als Flüssigkeitsabscheider wie auch als Kältemittelspeicher, um einen prozessoptimierten Betrieb bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen gewährleisten zu können. Damit ist im Sommerbetrieb, bei Nutzung des Erdreichs als Primärwärmequelle, wenn dieses in einem Meter Tiefe eine Temperatur von ca. +15 °C hat, ein hoher Kältemittel-Massenstrom möglich. Der Niederdrucksammler ist dann fast leer. Im Winter hingegen stellt sich eine Erdreichtemperatur von ca. 0 °C ein (Vereisungszustand). Dadurch verringert sich der Massenstrom und Kältemittel wird im Niederdrucksammler gespeichert. Die direkte Ankopplung des Niederdrucksammlers an den Direktverdampfer bringt ferner den Vorteil, dass die gesamte Verdampferstrecke genutzt wird.

[0013] Eine weitere Verbesserung des Wirkungsgrades kann erzielt werden, indem ein interner Wärmetauscher eingesetzt wird, der das Arbeitsfluid im Hochdruckbereich des Kreislaufs abkühlt (und damit näher an den Bereich der Temperatur des Erdreichs bringt), indem im Gegenstrom das verdampfte Arbeitsfluid, welches vom Direktverdampfer aus dem Erdreich kommt und dem Verdichter zugeführt wird, erwärmt wird.

[0014] Im folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation gemäß der Erfindung;

Fig. 2 eine Ausführungsform der Erfindung wie in Fig. 1 gezeigt, jedoch zusätzlich mit einem internen Wärmetauscher ausgestattet;

Fig. 3 eine Ausführungsform der Erfindung, wobei der Direktverdampfer als Erdreichsonde ausgebildet ist;

Fig. 4 eine weitere Ausführungsform der Erfindung, wobei der Direktverdampfer in Form mehrerer Verdampferleitungen horizontal im Erdreich vergraben ist.

[0015] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation mit überkritischem Druck auf der Hochdruckseite, die die wesentlichen Elemente der Erfindung in einem Strömungskreislauf miteinander verbindet. Eines dieser Elemente ist ein Direktverdampfer 1, der bei einem solchen System

mit Direktverdampfung im Erdreich eingebettet ist und aus zumindest einer, in der Regel aber mehreren Verdampferleitungen besteht. Die Verdampferleitungen bestehen vorzugsweise aus Metallrohren, die zum Schutz mit einer Kunststoffummantelung umgeben sind. In dem Direktverdampfer 1 wird das Arbeitsfluid - beispielsweise CO_2 - verdampft, wodurch es Wärme aus der Umgebung, also beispielsweise dem umgebenden Erdreich, aufnimmt. Das größtenteils verdampfte Arbeitsfluid wird anschließend einem Niederdrucksammler 2 zugeführt. Dabei ist das Arbeitsfluid aber nicht in einem überhitzten Zustand, was bedeutet, dass immer noch Flüssigkeitsreste vorhanden sein können. Solche Flüssigkeitsreste werden im Niederdrucksammler 2 abgeschieden, der somit gleichzeitig eine Funktion als Speicher für das Arbeitsfluid wahrnehmen kann. Der Direktverdampfer 1 wird damit in überflutetem Zustand betrieben. Der Niederdrucksammler 2 ist dabei in der Regel zwar direkt an den Direktverdampfer angeschlossen, befindet sich aber vorzugsweise bereits oberhalb der Erdoberfläche.

[0016] Im nächsten Prozessschritt wird das gasförmige Arbeitsfluid einem Verdichter 3 zugeführt, der das gasförmige Arbeitsfluid auf überkritischen Druck komprimiert. Das bedeutet, das Arbeitsfluid ist nach dem Verdichter 3 auf einer Temperatur, die oberhalb der kritischen Temperatur des Arbeitsfluids liegt und somit kann das Arbeitsfluid bei dieser Kompression nicht mehr in den flüssigen Zustand überführt werden. Anschließend durchläuft das Arbeitsfluid einen Gaskühler 4, in welchem es abgekühlt wird und Wärmeenergie abgibt, die dem Heizungssystem eines Gebäudes (hier nicht dargestellt) zugeführt werden kann. Somit wird bei dem erfindungsgemäßen Wärmepumpensystem Wärmeenergie mittels eines einzigen Kreislafs von einem Wärmereservoir wie beispielsweise dem Erdreich dem Heizungssystem zugeführt, wobei ein Zwischenkreislauf zwischen dem Erdreich und dem zyklischen, transkritischen Dampfkompensationssystem entfällt. Damit entfällt auch der Energieaufwand zum Umwälzen eines Zwischenkreislaufs mit beispielsweise einer Sole aus Frostschutzmittel. Die Umwälzung des erfindungsgemäßen Kreislafs erfolgt hierbei allein durch die Druckdifferenz zwischen Hochdruck- und Niederdruckseite.

[0017] Nach dem Gaskühler 4 befindet sich das Arbeitsfluid immer noch in gasförmigem Zustand, da der Arbeitspunkt im überkritischen Bereich liegt. Das Arbeitsfluid wird in der Folge durch eine Drossel 5 geleitet, die dann das Arbeitsfluid entspannt und abkühlt und somit in den unterkritischen Zustand bringt. Das bedeutet, dass nach der Drossel 5 zumindest teilweise ein flüssiges Arbeitsfluid vorliegt, welches anschließend wieder in den Direktverdampfer 1 eingebracht wird, um dort dem Erdreich durch Verdampfen wiederum Wärme zu entziehen.

[0018] In Fig. 2 ist eine alternative Ausführung der Erfindung schematisch gezeigt. Während die Komponenten gemäß Fig. 1 auch im Kreislauf gemäß Fig. 2 be-

inhaltet sind, enthält der dargestellte Kreislauf zusätzlich einen internen Wärmetauscher 6, der das Arbeitsfluid erwärmt, bevor es in den Verdichter 3 eintritt. Das Arbeitsfluid wird dabei in einen überhitzten Zustand gebracht, was bedeutet, dass es keine flüssigen Bestandteile mehr enthält. Die Wärmeenergie, die hierzu benötigt wird, erhält das Arbeitsfluid im Wärmeaustausch mit dem entgegenströmenden Arbeitsfluid des Hochdruckkreislaufs zwischen dem Gaskühler 4 und der Drossel 5. Neben dem Vorteil, dass so am Verdichter 3 nur gasförmiges Arbeitsfluid ankommt, ergibt sich eine Verbesserung der Energiebilanz, da das Arbeitsfluid, welches vom Direktverdampfer 1 kommt, zusätzlich erwärmt wird und auf der anderen Seite das Arbeitsfluid, welches der Drossel 5 und anschließend dem Erdreich zugeführt wird, nochmals Wärmeenergie abgeben kann, die sonst für den Kreisprozess verloren geht.

[0019] In den Fig. 3 und 4 sind jeweils Ausführungsformen der Erfindung dargestellt, mit denen unterschiedliche Ausgestaltungen des Direktverdampfers 1 erläutert werden sollen. In der Fig. 3 ist der Direktverdampfer 1 als sogenannte Erdsonde ausgeführt. Dies bedeutet, dass zur Einbringung des Direktverdampfers mit seinen in der Regel mehreren Verdampferleitungen zunächst eine Bohrung in die Erdoberfläche eingebracht wird und dann anschließend der Direktverdampfer in diese Bohrung eingebaut wird. Damit soll ausgenutzt werden, dass sich die Erdtemperatur mit zunehmender Tiefe erhöht und somit ein besseres Wärmereservoir für eine Wärmepumpe darstellt. Um von der Temperaturerhöhung mit zunehmender Tiefe wesentlich zu profitieren, wird hierzu typischerweise auf Tiefen von ca. 30 bis zu 150 m oder mehr gebohrt. Neben dem erwähnten Effekt, dass somit die Wärme der tieferen Erdschichten genutzt werden kann, ist hierbei auch vorteilhaft, dass nur auf einen vergleichsweise kleinen Querschnitt der Erdoberfläche zurückgegriffen werden muss, wodurch eine solche Erdsonde auf einem Grundstück vergleichsweise platzsparend angebracht werden kann.

[0020] Eine Alternative zu einer solchen Erdsonde ist in Fig. 4 dargestellt, wo ein Direktverdampfer mit drei Verdampferleitungen schematisch gezeigt ist und als sogenannter Erdreichhorizontal-Verdampfer typischerweise horizontal zwischen 0,8 und 1,6 Meter unter der Erdoberfläche vergraben wird. Natürlich kann die Anzahl der Verdampferleitungen auch hier variiert werden, wobei typischerweise bis zu 20 Verdampferleitungen eingesetzt werden können. Gegenüber einer Erdsonde wie in Fig. 3 dargestellt entfällt hier die Notwendigkeit einer Tiefenbohrung, andererseits ist ein größerer Bereich an Erdoberfläche notwendig, um dieses Direktverdampfersystem einzubringen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation,

welche mit einem überkritischen Druck auf der Hochdruckseite arbeitet und einen Direktverdampfer (1), einen Niederdrucksammler (2), einen Verdichter (3), einen Gaskühler (4) und eine Drossel (5) aufweist, die in Reihe zu einem Strömungskreislauf miteinander verbunden sind und von einem Arbeitsfluid durchströmt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung eine Wärmepumpe ist und der Direktverdampfer in das Erdreich als Primärwärmequelle eingebettet ist und aus einer oder mehreren Verdampferleitungen besteht, die im Erdreich verlegt sind und mit diesem in thermischem Kontakt stehen.

2. Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Arbeitsfluid CO₂ ist. 15
3. Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Niederdrucksammler (2) direkt an den Direktverdampfer (1) angekoppelt ist. 20
4. Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Direktverdampfer (1) für den Betrieb im überfluteten Bereich ausgelegt ist. 25
5. Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kreislauf ferner einen internen Wärmetauscher (6) aufweist, der einen Wärmeaustausch zwischen der Verbindung vom Niederdrucksammler (2) mit dem Verdichter (3) und der Verbindung zwischen dem Gaskühler (4) und der Drossel (5) ermöglicht. 30
6. Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Direktverdampfer (1) als Erdreichsonde ausgebildet und im wesentlichen vertikal in einem Bohrloch im Erdreich untergebracht ist. 35
7. Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdampferleitungen bis zu einer Tiefe von 30 bis 150m verlegt sind. 40
8. Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdampferleitungen im wesentlichen horizontal im Erdreich untergebracht sind. 45
9. Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation 50

nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdampferleitungen aus Metallrohren mit Kunststoffummantelung besteht.

10. Vorrichtung zur zyklischen Dampfkompensation gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gaskühler (4) ohne einen oder mit nur einem zusätzlichen Zwischenkreislauf direkt zur Warmwasseraufbereitung eines Gebäude verwendet wird. 55
11. Verfahren zur zyklischen Dampfkompensation für die Wärmeaufnahme eines Arbeitsfluids aus dem Erdreich als Primärwärmequelle mittels eines Direktverdampfers (1), der aus einer oder mehreren Verdampferleitungen besteht, die im Erdreich verlegt sind und mit diesem in thermischen Kontakt stehen, und zur Wärmeabgabe mittels eines Gaskühlers (4), welches die folgenden Schritte beinhaltet:
 - a) Zumindest teilweises Verdampfen des Arbeitsfluids im Direktverdampfer (1) wobei das Arbeitsfluid Wärmeenergie aus der Primärwärmequelle aufnimmt;
 - b) Sammeln von flüssigem und gasförmigem Arbeitsfluid in einem Niederdrucksammler (2);
 - c) Verdichten des Arbeitsfluids mittels eines Verdichters (3) auf überkritischen Druck;
 - d) Abkühlen des überkritischen, gasförmigen Arbeitsfluids in einem Gaskühler (4) wobei das Arbeitsfluid Wärmeenergie abgibt; und
 - e) Ausdehnen des überkritischen, gasförmigen Arbeitsfluids in unterkritischen Zustand mittels einer Drossel (5).
12. Verfahren gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Arbeitsfluid, welches vom Niederdrucksammler (2) zum Verdichter (3) geführt wird, mittels eines internen Wärmetauschers (6) mit dem Arbeitsfluid, welches vom Gaskühler (4) zur Drossel (5) geführt wird, in Wärmeaustausch gebracht wird.
13. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Schritt a) aus dem Direktverdampfer (1) sowohl gasförmiges als auch flüssiges Arbeitsfluid austritt und dem Niederdrucksammler (2) zugeführt wird, womit der Direktverdampfer im überfluteten Bereich betrieben wird.
14. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass**

als Arbeitsfluid CO₂ zur Anwendung kommt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

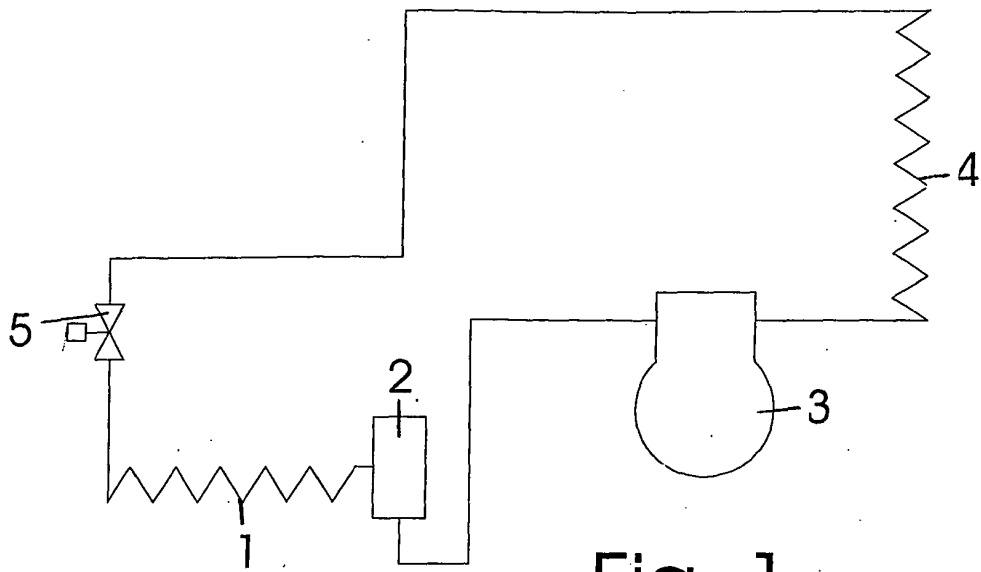


Fig. 1

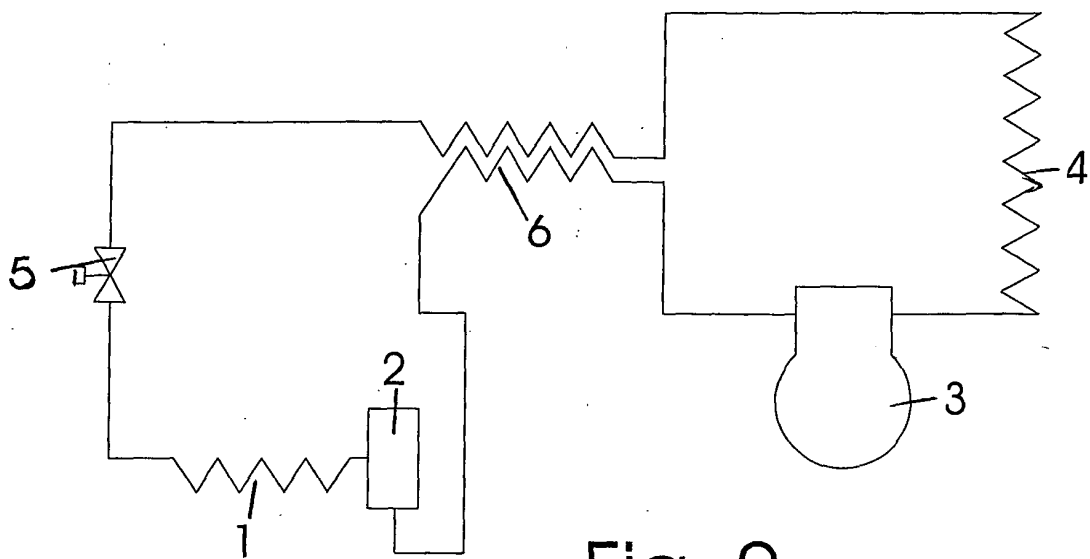


Fig. 2

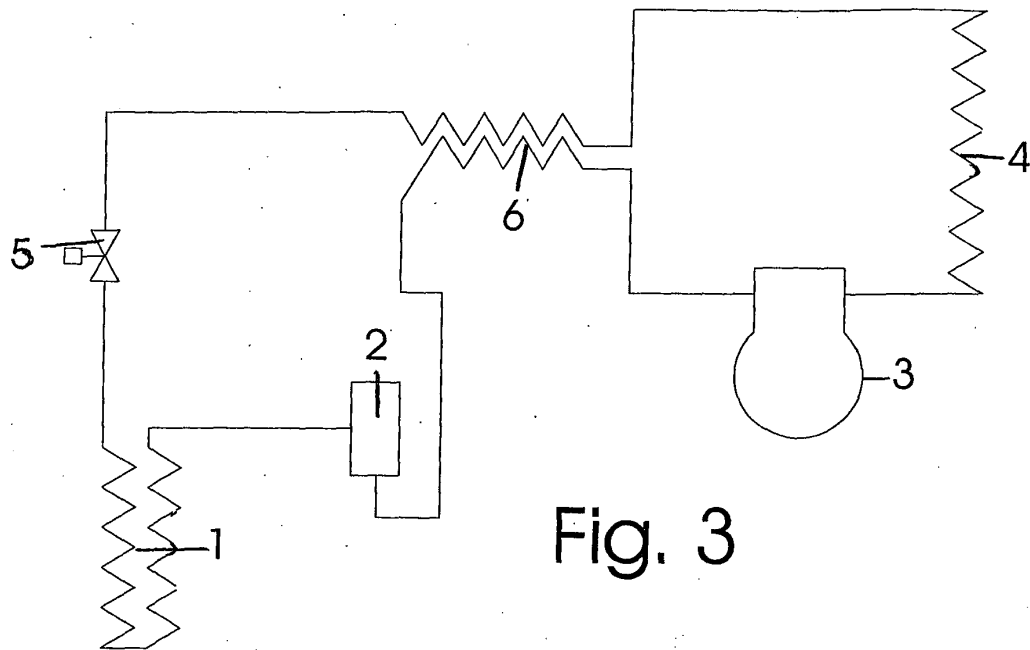


Fig. 3

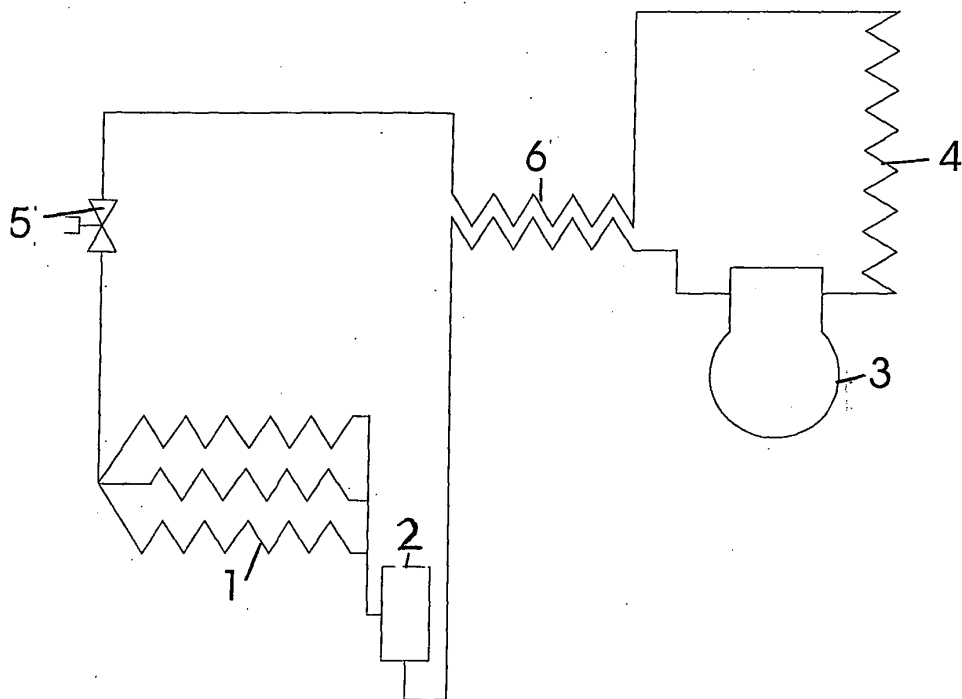


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 00 6270

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	WO 93/06423 A (SINVENT A/S) 1. April 1993 (1993-04-01) * Seite 5, Absatz 4 - Seite 6, Absatz 3; Anspruch 3; Abbildung 3 *	1-14	F25B30/06 F25B9/00
D,Y	DE 101 01 200 A1 (RILUFORM-DACH GMBH) 5. September 2002 (2002-09-05) * Absätze [0018] - [0022]; Abbildungen 1-3 *	1-14	
Y	US 5 671 608 A (WIGGS ET AL) 30. September 1997 (1997-09-30) * Spalte 8, Zeile 10 - Spalte 10, Zeile 48; Abbildung 1 *	1,12	
A	FR 2 693 539 A (SOFATH) 14. Januar 1994 (1994-01-14) * das ganze Dokument *	1-14	
A	FR 2 763 672 A (DUPRAZ MICHEL) 27. November 1998 (1998-11-27) * das ganze Dokument *	1-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A	US 4 325 228 A (WOLF ET AL) 20. April 1982 (1982-04-20) * das ganze Dokument *	1-14	F25B F28D
A	DE 100 49 376 A1 (BRUNNER, HEINRICH) 18. April 2002 (2002-04-18) * das ganze Dokument *	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. August 2005	Prüfer Ritter, C
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 00 6270

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-08-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9306423 A	01-04-1993	WO 9306423 A1	01-04-1993
		AU 669473 B2	13-06-1996
		BR 9107318 A	07-11-1995
		CA 2119015 A1	01-04-1993
		DE 69118924 D1	23-05-1996
		DE 69118924 T2	21-11-1996
		DK 604417 T3	26-08-1996
		EP 0604417 A1	06-07-1994
		JP 2931668 B2	09-08-1999
		JP 6510111 T	10-11-1994
		KR 245958 B1	01-04-2000
		NO 940936 A ,B,	16-03-1994
		RU 2088865 C1	27-08-1997
DE 10101200 A1	05-09-2002	SE 0103259 A	12-07-2002
US 5671608 A	30-09-1997	KEINE	
FR 2693539 A	14-01-1994	FR 2693539 A1	14-01-1994
FR 2763672 A	27-11-1998	FR 2763672 A1	27-11-1998
US 4325228 A	20-04-1982	KEINE	
DE 10049376 A1	18-04-2002	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82