



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.04.2009 Patentblatt 2009/17**

(51) Int Cl.:  
**F25B 13/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **08018307.2**

(22) Anmeldetag: **20.10.2008**

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

(71) Anmelder: **STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG**  
**37601 Holzminden (DE)**

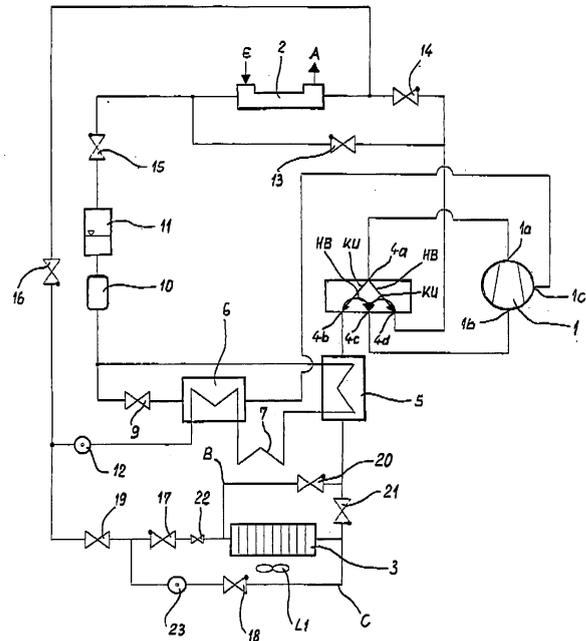
(72) Erfinder: **Smollich, Steffen**  
**37603 Holzminden (DE)**

(30) Priorität: **19.10.2007 DE 102007050469**

(54) **Wärmepumpenanlage**

(57) Bei einer Wärmepumpenanlage mit einem Verdichter (1), einem ersten Wärmeüberträger (2), einem zweiten Wärmeüberträger (3) und einer 4-2-Wegeventileinheit (4) zum Umschalten zwischen einer ersten und einer zweiten Betriebsart wird die Strömungsrichtung des sich im Kältemittelkreislauf befindlichen Kältemittels derart umgeschaltet, dass der erste Wärmeüberträger (2) in der ersten Betriebsart zum Verflüssigen des Kältemittels, und in der zweiten Betriebsart zum Verdampfen des Kältemittels dient, und der zweite Wärmeüberträger (3) in der ersten Betriebsart zum Verdampfen des Kältemittels, und in einer zweiten Betriebsart zum Verflüssigen des Kältemittels dient. Die Strömungsrichtung am zweiten Wärmeüberträger (3) bleibt bei einer Umschaltung der Strömungsrichtung des Kältemittels im Wärmeübertrager unverändert, Dies ist möglich durch eine geeignete Anordnung von Rückschlagventilen. Der Wärmeübertrager, der im Heizbetrieb als Verdampfer und im Kühlbetrieb als Verflüssiger arbeitet, wird in beiden Betriebsarten sowohl von Kältemittel als auch beispielsweise von Heizungswasser in der gleichen Richtung durchströmt, so dass der Wärmeübertrager in beiden Betriebsarten als Gegenstromwärmeübertrager arbeiten kann, was eine Verbesserung der Effektivität bewirkt.

Fig. 1



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Wärmepumpenanlage.

**[0002]** Wärmepumpen zur Erwärmung von Heizungswasser werden seit Jahren produziert und vermarktet. Die Bereitstellung der Heizwärme bei Wärmepumpen erfolgt durch die Kondensation von Kältemittel unter hohem Druck und damit bei hoher Temperatur, während die Wärme an ein Wärmeträgermedium, beispielsweise Heizungswasser, abgegeben wird. Das verflüssigte Kältemittel wird anschließend in einem Drosselorgan, zum Beispiel einem Expansionsventil, entspannt und verdampft daraufhin unter Aufnahme von Umgebungswärme im Verdampfer der Wärmepumpe. Der Kältemitteldampf wird vom Verdichter der Wärmepumpe komprimiert, so dass er anschließend wieder im Kondensator der Wärmepumpe verflüssigt werden kann.

**[0003]** Wird der Kreislauf des Kältemittels umgekehrt, d. h., wird das Kältemittel in dem Wärmeaustauscher, der im Heizbetrieb als Verdampfer dient, unter Wärmeabgabe verflüssigt und in dem Wärmeaustauscher, der im Heizbetrieb als Verflüssiger dient, unter Wärmeaufnahme verdampft, so kann die Wärmepumpe zum Kühlen des Wärmeträgermediums wie beispielsweise des "Heizungswassers" eingesetzt werden. Im Kühlbetrieb nimmt das "Heizungswasser" dann beim Durchströmen der Raum-Heizflächen, die im Kühlbetrieb zu Raum-Kühlflächen werden, Wärme aus dem Raum auf, die dann an den im Kühlbetrieb als Verflüssiger funktionierenden Verdampfer der Wärmepumpe abgegeben wird, so dass das Heizungswasser gekühlt wird.

**[0004]** Ein Nachteil reversibler Heizungswärmepumpen zum Heizen und Kühlen besteht darin, dass sich beim Umkehren des Kältekreislaufes die Durchströmungsrichtung der Wärmeaustauscher auf der Kältemittelseite ändert. Da die Strömungsrichtung auf der Sekundärseite, auf der entweder (Heizungs)wasser oder Luft strömt, unverändert bleibt, wird dadurch mit der Umkehr des Kältekreislaufes aus einem Gegenstrom-Wärmeaustauscher ein Gleichstromwärmeaustauscher mit verminderter Effizienz und vergrößertem mittleren Temperaturabstand zwischen Kältemittel und Wasser bzw. Luft. Dadurch sinkt die Leistungszahl der Wärmepumpe in einer der beiden Betriebsarten. Reversible Heizungswärmepumpen sind daher im Allgemeinen entweder für den Heiz- oder den Kühlbetrieb optimiert und erreichen in der jeweils anderen Betriebsart nur bescheidene Leistungszahlen.

**[0005]** DE 10 2005 061 480 B3 zeigt eine Wärmepumpenanlage mit einem Kältemittelkreislauf, einem Verdichter, einem ersten Wärmeüberträger, einem Drosselorgan, einem zweiten Wärmeüberträger und einer 4-2-Wege-Ventileinheit zum Umschalten zwischen einer Heizbetriebsart und einer Kühlbetriebsart. Hierbei wird die Strömungsrichtung des in dem Kältemittelkreislauf befindlichen Kältemittels derart umgeschaltet, dass der erste Wärmeüberträger in der Heizbetriebsart zum Ver-

flüssigen des Kältemittels und in der Kühlbetriebsart zum Verdampfen des Kältemittels dient. Der zweite Wärmeüberträger dient in der Heizbetriebsart zum Verdampfen des Kältemittels und in der Kühlbetriebsart zum Verflüssigen des Kältemittels. Der erste Wärmeüberträger ist im Kältemittelkreislauf derart verschaltet, dass er in beiden Betriebsarten als Gegenstrom-Wärmeüberträger arbeitet.

**[0006]** Es ist somit Aufgabe der Erfindung, eine Wärmepumpenanlage vorzusehen, die sowohl im Heiz- als auch im Kühlbetrieb effektiv arbeitet.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch eine Wärmepumpenanlage gemäß Anspruch 1 gelöst.

**[0008]** Durch eine geeignete Anordnung von Rückschlagventilen kann ein Wärmeüberträger, der im Heizbetrieb als Verdampfer arbeitet und im Kühlbetrieb als Verflüssiger arbeitet, in beiden Betriebsarten sowohl von Kältemittel als auch beispielsweise von Heizungswasser in der gleichen Richtung durchströmt werden, so dass der Wärmeüberträger in beiden Betriebsarten als (Kreuz)-Gegenstromwärmeüberträger arbeiten kann, was eine Verbesserung der Effektivität bewirkt.

**[0009]** Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0010]** Nachfolgend werden die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung detailliert unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Wärmepumpenanlage gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Wärmepumpenanlage von Fig. 1 in einem Heizbetrieb, und

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Wärmepumpenanlage von Fig. 1 in einem Kühlbetrieb.

**[0011]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Wärmepumpenanlage gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Wärmepumpenanlage weist einen Verdichter 1, einen ersten Wärmeüberträger (Verflüssiger) 2, einen zweiten Wärmeüberträger (Verdampfer) 3, ein 4-2-Wegeventil 4, optional einen Rekuperator bzw. einen inneren Wärmeüberträger 5, optional einen Economizer 6, optional eine Abtauschlange 7, zwei Expansionsventile 9, 19, einen Filtertrockner 10, einen Sammler 11, ein Schauglas 12, und Ventile 13-18, 20 und 21 auf. Die Ventile 13-18, 20 und 21 können als Rückschlagventile, d. h. als einseitig durchströmbares Ventil ausgestaltet sein. Der Ausgang 1 a des Verdichters 1 ist mit einem ersten Anschluss 4a des 4-2-Wege-Ventils 4 gekoppelt. Ein zweiter Anschluss 4b des 4-2-Wege-Ventils 4 ist mit einem Anschluss des Rekuperators 5 gekoppelt. Ein dritter Anschluss 4c des 4-2-Wege-Ventils 4 ist mit einem Eingang 1 b des Verdichters 1 gekoppelt. Ein vierter Anschluss 4d des 4-2-Wege-Ventils 4 ist mit einem Ventil 13 und einem Ventil 14 gekop-

pelt. Das Ventil 14 ist sowohl mit dem Verflüssiger 2 als auch mit dem Ventil 16 gekoppelt. Das Ventil 13 ist sowohl mit dem Verflüssiger 2 als auch mit dem Ventil 15 gekoppelt. In Reihe zu dem Ventil 15 ist ein Sammler 11 und ein Filtertrockner 10 angeordnet. Der Filtertrockner 10 ist sowohl mit einem elektronischen Expansionsventil 9 als auch mit dem Rekuperator 5 gekoppelt. Ein Anschluss 1 c des Verdichters 1 ist mit einem Economizer 6 gekoppelt, welcher wiederum in Reihe mit dem elektronischen Expansionsventil 9 angeordnet ist.

**[0012]** Das Ventil 16 ist sowohl mit einem Schauglas 12 als auch mit einem elektronischen Expansionsventil 19 gekoppelt, Das Schauglas 12 ist wiederum mit dem Economizer 6 und in Reihe dazu mit einer Abtauschlange 7 gekoppelt, Die Abtauschlange 7 ist wiederum mit einem Anschluss des Rekuperators 5 gekoppelt. Das elektronische Expansionsventil 19 ist sowohl mit einem Ventil 17 als auch mit einem weiteren Schauglas 23 gekoppelt. In Reihe zu dem Expansionsventil 17 sind Einspritzkapillaren 22 vorgesehen, welche sowohl mit dem Verdampfer 3 als auch mit einem Ventil 20 gekoppelt sind. In Reihe zu dem Schauglas 23 ist ein Ventil 18 angeordnet, welches wiederum mit dem Verdampfer und einem Ventil 21 gekoppelt ist. Der Rekuperator ist sowohl mit einem Ventil 20 als auch mit einem Ventil 21 gekoppelt.

**[0013]** Die Wärmepumpenanlage gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel kann in zwei Betriebsarten, nämlich einer Heizbetriebsart HB und einer Kühlbetriebsart KU betrieben werden. Bei der Heizbetriebsart HB erfolgt eine Bereitstellung der Heizwärme durch eine Kondensation von Kältemittel unter einem hohen Druck und somit einer hohen Temperatur, während die sich in dem Kältemittel befindliche Wärme an ein Wärmeträgermedium wie beispielsweise Heizungswasser abgegeben wird. Dies erfolgt in dem Verflüssiger 2, wobei das Wärmeträgermedium durch den Eingang E eintritt und den Ausgang A austritt, und das austretende Wärmeträgermedium die Wärme von dem Kältemittel zumindest teilweise aufgenommen hat. Das verflüssigte Kältemittel wird durch das Ventil 19 entspannt und verdampft unter Aufnahme von Umgebungswärme im Verdampfer 3. Der Kältemitteldampf wird in dem Verdichter 1 komprimiert und anschließend an den Verflüssiger weitergeleitet.

**[0014]** Das Ventil 19 dient als Expansionsventil in der Kühl- und der Heizbetriebsart.

**[0015]** Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Wärmepumpenanlage von Fig. 1 in einem Heizbetrieb. Die Strömungsrichtung des Kältemittels ist durch Pfeile angezeigt. Von dem Verdichter 1 aus fließt das Kältemittel nach links in den Anschluss 4a des 4-2-Wegeventils 4, wo es aus dem rechten Ausgang 4d heraustritt und nach oben zu dem Rückschlagventil 14 fließt. Hierbei ist das Rückschlagventil 13 geschlossen. Von dem Rückschlagventil 14 aus fließt das Kältemittel durch den ersten Wärmeüberträger 2, welcher in dem Heizbetrieb HB als ein Verflüssiger arbeitet. Von dem ersten Wärmeüberträger 2 fließt das Kältemittel zu dem Rückschlagventil 15 und von dort aus weiter zu dem Sammler

11, über den Filtertrockner 10 und weiter zu einem Anschluss des Rekuperators 5. Von dort aus fließt das Kältemittel durch die Abtauschlange 7, durch den Economizer 6 und durch das Schauglas 12 und wird durch das elektronische Expansionsventil 19 entspannt. Danach fließt das Kältemittel über das Rückschlagventil 17 und die Einspritzkapillaren 22 durch den zweiten Wärmeüberträger 3, der in dem Heizbetrieb als Verdampfer arbeitet. Anschließend fließt das Kältemittel durch das Rückschlagventil 21 und wiederum durch den Rekuperator 5 und in den linken Eingang 4b des 4-2-Ventils 4 und von dort wiederum durch den mittleren Ausgang 4c hinaus und schließlich zu dem Verdichter 1.

**[0016]** Da der Sekundärkreislauf in dem ersten Wärmeüberträger 2 (Wasser) die entgegengesetzte Strömungsrichtung aufweist wie das Kältemittel, wird ein Gegenstrom-Wärmeüberträger realisiert, welcher eine verbesserte Effizienz im Vergleich zu einem Gleichstrom-Wärmeüberträger aufweist.

**[0017]** Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung der Wärmepumpenanlage von Fig. 1 in einem Kühlbetrieb. Die Strömungsrichtung des Kältemittels ist wiederum durch Pfeile angezeigt. Von dem Verdichter 1 fließt das Kältemittel aus dem Anschluss 1a und biegt nach links ab, um in den Anschluss 4a des 4-2-Wegeventils 4 zu gelangen, wo es aus dem linken Ausgang 4b wieder austritt und durch den Rekuperator 5 über das Rückschlagventil 20 zu dem zweiten Wärmeüberträger 3 fließt, welcher in dem Kühlbetrieb als Verflüssiger dient. Anschließend fließt das Kältemittel über das Rückschlagventil 18 und das Schauglas 23 zu dem elektronischen Expansionsventil 19 zu dem Ventil 16. Von dem Ventil 16 fließt das Kältemittel zu dem ersten Wärmeüberträger 2, welcher im Kühlbetrieb als Verdampfer arbeitet. Das Kältemittel kann nicht nach rechts zu dem Rückschlagventil 14 abbiegen und dort durchfließen, weil das Rückschlagventil 14 für diese Strömungsrichtung gesperrt ist. Somit fließt das Kältemittel durch den ersten Wärmeüberträger 2 und von dort durch das Rückschlagventil 13 zurück zu dem rechten Eingang 4d des 4-2-Wegeventils 4, um wiederum durch den mittleren Ausgang 4c zurück zu dem Eingang 1 b des Verdichters 1 zu fließen.

**[0018]** Durch die Verschaltung des Verdampfers 3 mit den beiden Pfaden B, C kann ein Umschalten des Kältemittelkreislaufes bewirkt werden, ohne dass es zu einer Umkehrung des Kältemittelflusses durch den Verdampfer kommt, so dass der Verdampfer immer als ein Gegenstrom-Verdampfer arbeitet. Erfindungsgemäß wird eine Umschalteinheit vor dem Verdampfer und eine Umschalteinheit nach dem Verdampfer angeordnet. Die Umschalteinheit vor dem Verdampfer kann sich aus den beiden Rückschlagventilen 20, 21 zusammensetzen, während die zweite Umschalteinheit hinter dem Verdampfer sich aus den Rückschlagventilen 17 und 18 zusammensetzen kann. Die beiden Pfade B, C sind jeweils parallel zu dem Verdampfer angeordnet. Durch die erste und zweite Umschalteinheit kann sichergestellt werden, dass das Kältemittel durch den Verdampfer immer nur

in eine Richtung fließt.

**[0019]** Eine weitere Betriebsart, nämlich die Kreisumkehrabtauung, kann auf die gleiche Art und Weise wie der Kühlbetrieb während des Heizbetriebs aktiviert werden, wobei dabei der Lüfter L1 des zweiten Wärmeübertragers 3 ausgeschaltet wird.

**[0020]** Der während des Heizbetriebs beschriebene innere Wärmetauscher, nämlich der Economizer 6, der Rekuperator 5 und die Abtauschlange sind lediglich optional. Der Rekuperator 5 dient dabei dazu, das zum Verdichter 1 strömende Sauggas während des Heizbetriebs weiter zu überhitzen. Der Economizer 6 dient während des Heizbetriebs dazu, einen Teilvolumenstrom des flüssigen Kältemittels unter Aufnahme von Energie aus dem Hauptvolumenstrom des unterkühlten Kältemittels zu verdampfen, bevor es in den Verdichter 1 eingespritzt wird. Somit kann der bereits um einen Teil des gesamten Druckverhältnisses  $p_c/p_0$  komprimierte Hauptvolumenstrom des Kältemittels zwischengekühlt werden. Falls der innere Wärmetauscher nicht benötigt wird, dann muss eine direkte Verbindung zwischen dem Filtertrockner und dem Schauglas vorgesehen werden.

**[0021]** Die beiden oben beschriebenen Wärmeübertrager 2, 3 können jeweils als Platten-Wärmeübertrager, welcher auf der Sekundärseite von Wasser oder einem Wärme-Frostschutzgemisch beaufschlagt wird, als ein Lamellenrohr-Wärmeübertrager, welcher auf der Sekundärseite von Luft beaufschlagt wird, oder als ein beliebiger Luft-Kältemittel-Wärmeübertrager ausgestaltet sein.

**[0022]** Der oben beschriebene Verdichter 1 kann einen Scroll-Verdichter darstellen oder einen Scroll-Verdichter, der für die Nacheinspritzung von dampfförmigem Kältemittel ausgestaltet ist. Der Verdichter kann ferner als ein einstufiger Hubkolben-Verdichter, als ein zweistufiger Hubkolben-Verdichter, als ein einstufiger Rollkolben-Verdichter oder als ein zweistufiger Rollkolben-Verdichter ausgestaltet sein.

**[0023]** Die oben beschriebene Wärmepumpenanlage kann als eine Luft/Wasserwärmepumpe, als eine Luft/Luftwärmepumpe, als eine Sole/Wasserwärmepumpe oder als eine Wasser/Wasserwärmepumpe ausgestaltet sein.

**[0024]** Als Kältemittel kann H-FKW-Kältemittel, Kohlenwasserstoffe oder  $CO_2$  verwendet werden.

**[0025]** Die beschriebene 4-2-Wegeeinheit bzw. 4-2-Wegeventileinheit 4 kann auch durch einzelne Ventile mit entsprechender Umleitung wie beispielsweise Rohrleitungen und T-Stücken ausgebildet sein.

## Patentansprüche

1. Wärmepumpenanlage, mit einem Verdichter (1), einem ersten Wärmeübertrager (2), einem zweiten Wärmeübertrager, (3) und einer 4-2-Wegeeinheit (4) zum Umschalten zwischen einer ersten und einer zweiten Betriebsart,

wobei die Strömungsrichtung des sich in dem Kältemittelkreislauf befindlichen Kältemittels derart umgeschaltet werden kann, dass der erste Wärmeübertrager (2) in der ersten Betriebsart zum Verflüssigen des Kältemittels, und in der zweiten Betriebsart zum Verdampfen des Kältemittels dient, und der zweite Wärmeübertrager (3) in der ersten Betriebsart zum Verdampfen des Kältemittels, und in der zweiten Betriebsart zum Verflüssigen des Kältemittels dient, **gekennzeichnet durch** eine erste Umschalteinheit (20, 21) vor, und einer zweiten Umschalteinheit (18, 17) hinter dem zweiten Wärmeübertrager (3), und einem ersten und zweiten Pfad (A, B) parallel zu dem zweiten Wärmeübertrager,

wobei die erste und zweite Umschalteinheit (20,21,17,18) derart ausgestaltet sind, dass die Strömungsrichtung am zweiten Wärmeübertrager (3) unabhängig von einer Umschaltung der Strömungsrichtung des Kältemittels im Wärmeübertrager 3 unverändert bleibt.

2. Wärmepumpenanlage nach Anspruch 1, wobei die erste Umschalteinheit ein erstes Ventil (20) in dem ersten Pfad (A) und ein zweites Ventil (21) aufweist, wobei das erste und zweite Ventil (20, 21) aufeinander abgestimmt sind.

3. Wärmepumpenanlage nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die zweite Umschalteinheit ein drittes Ventil (17) und ein viertes Ventil (18) in dem zweiten Pfad (B) aufweist, wobei das dritte und vierte Ventil (17, 18) aufeinander abgestimmt sind.

4. Wärmepumpenanlage nach einem der Ansprüche 1-3, wobei der erste oder der zweite Wärmeübertrager (2, 3) einen Platten-Wärmeübertrager, der auf der Sekundärseite von Wasser oder einem Wasser-Frostschutz-Gemisch beaufschlagt wird, einen Lamellenrohr-Wärmeübertrager, der auf der Sekundärseite von Luft beaufschlagt wird oder einen beliebigen Luft-Kältemittel-Wärmeübertrager darstellt.

5. Wärmepumpenanlage nach einem der vorherigen Ansprüche, mit einem Rekuperator (5) zum Überhitzen des zum Verdichter (1) strömenden Sauggases während der ersten und/oder zweiten Betriebsart.

6. Wärmepumpenanlage nach einem der vorherigen Ansprüche, mit einem Economizer (6) zum Verdampfen eines Teilvolumenstromes des flüssigen Kältemittels in der ersten oder zweiten Betriebsart zur Aufnahme von Energie aus dem Hauptvolumenstrom des unterkühlten Kältemittels, bevor es in den Verdichter (1) eingespritzt wird.

7. Wärmepumpenanlage nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Verdichter als ein Scroll-Verdichter ausgestaltet ist oder als ein Scroll-Verdichter,

der für die Nacheinspritzung von dampfförmigem Kältemittel ausgestaltet ist.

8. Wärmepumpenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Verdichter (1) als ein einstufiger oder zweistufiger Hubkolben-Verdichter, als ein zweistufiger Hubkolben-Verdichter, oder als ein einstufiger oder zweistufiger Rollkolben-Verdichter ausgestaltet ist.
9. Wärmepumpenanlage nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Kältemittel ein H-FKW-Kältemittel, ein Kohlenwasserstoff oder CO<sub>2</sub> darstellt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

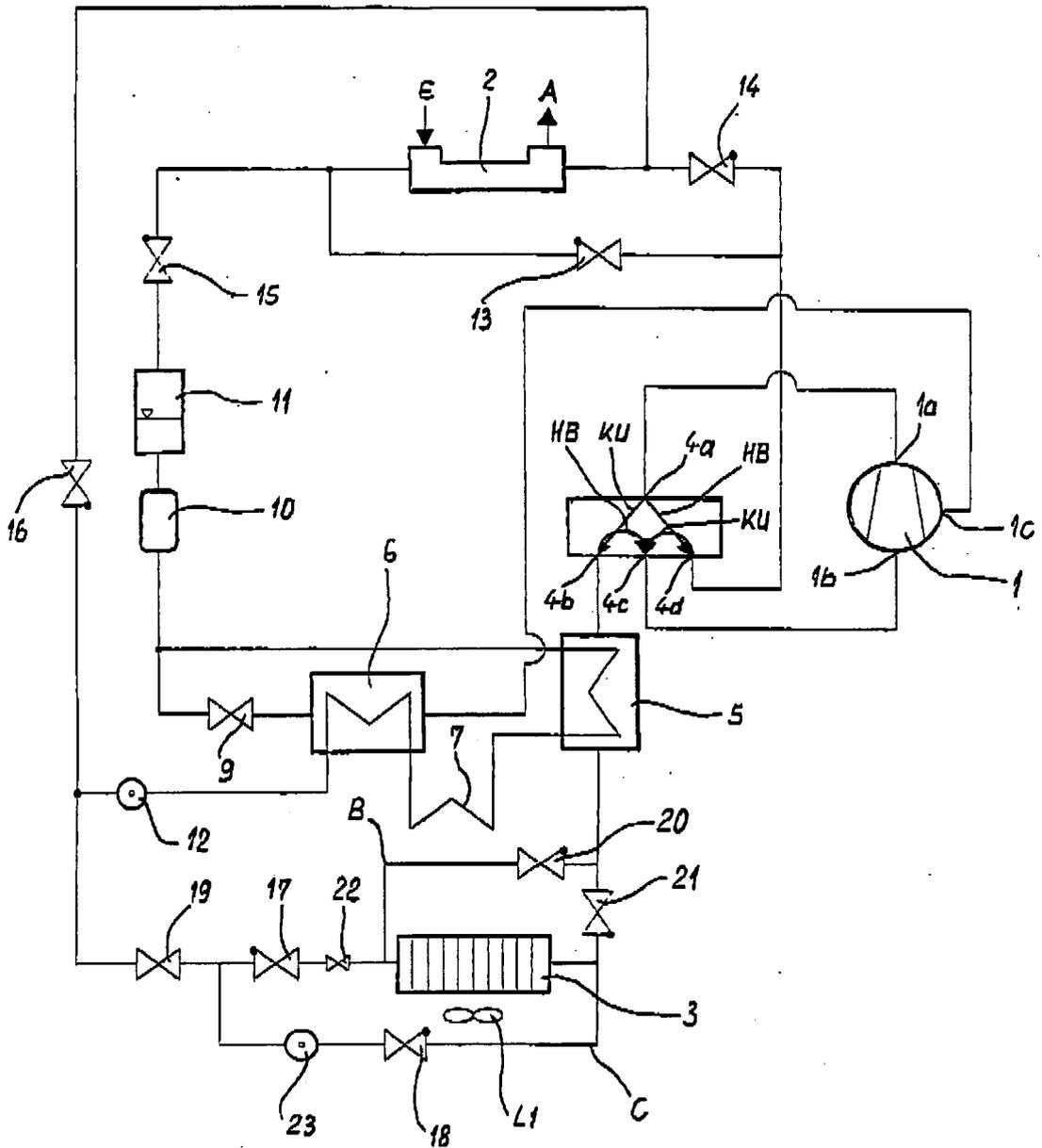


Fig. 2

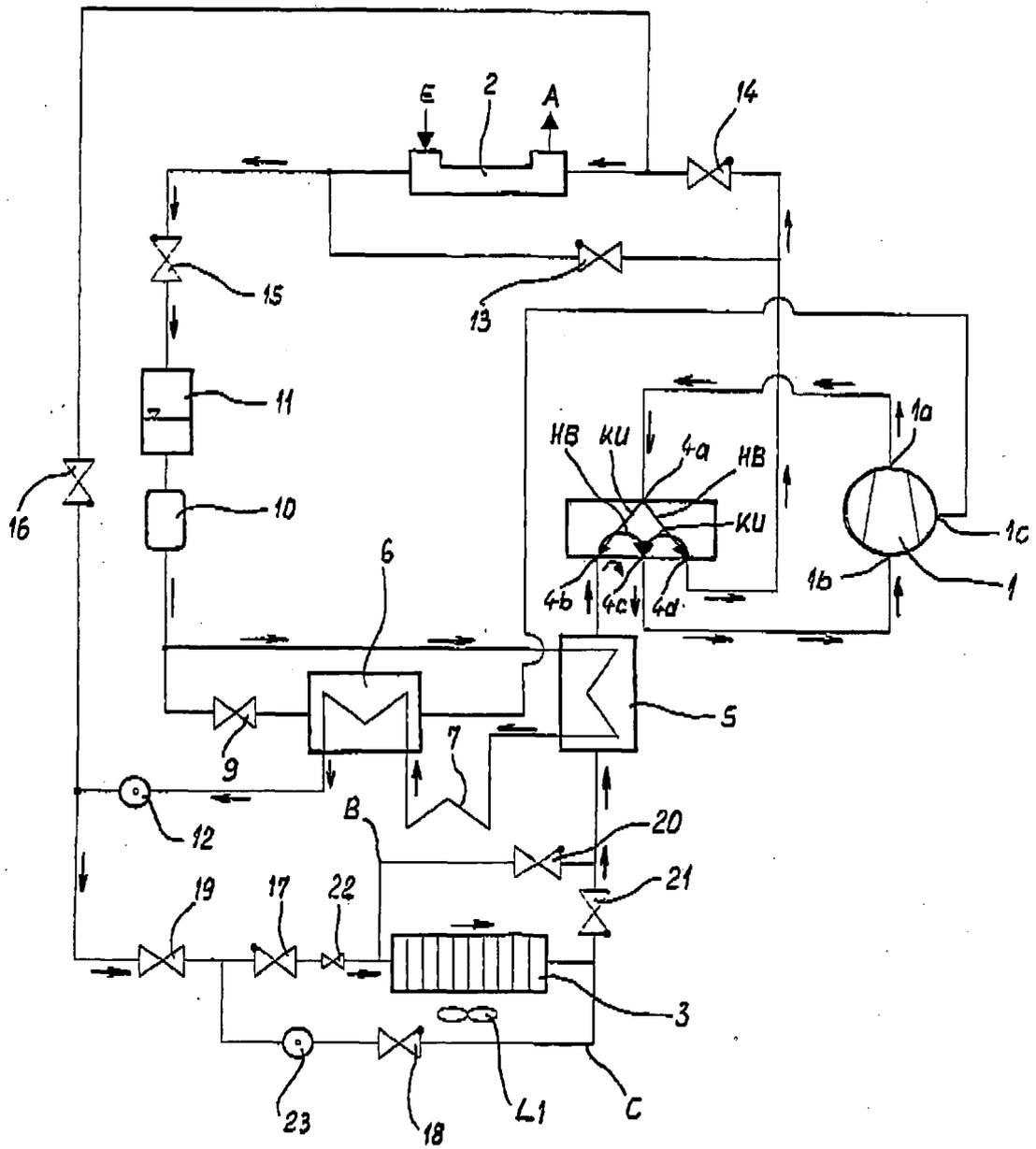
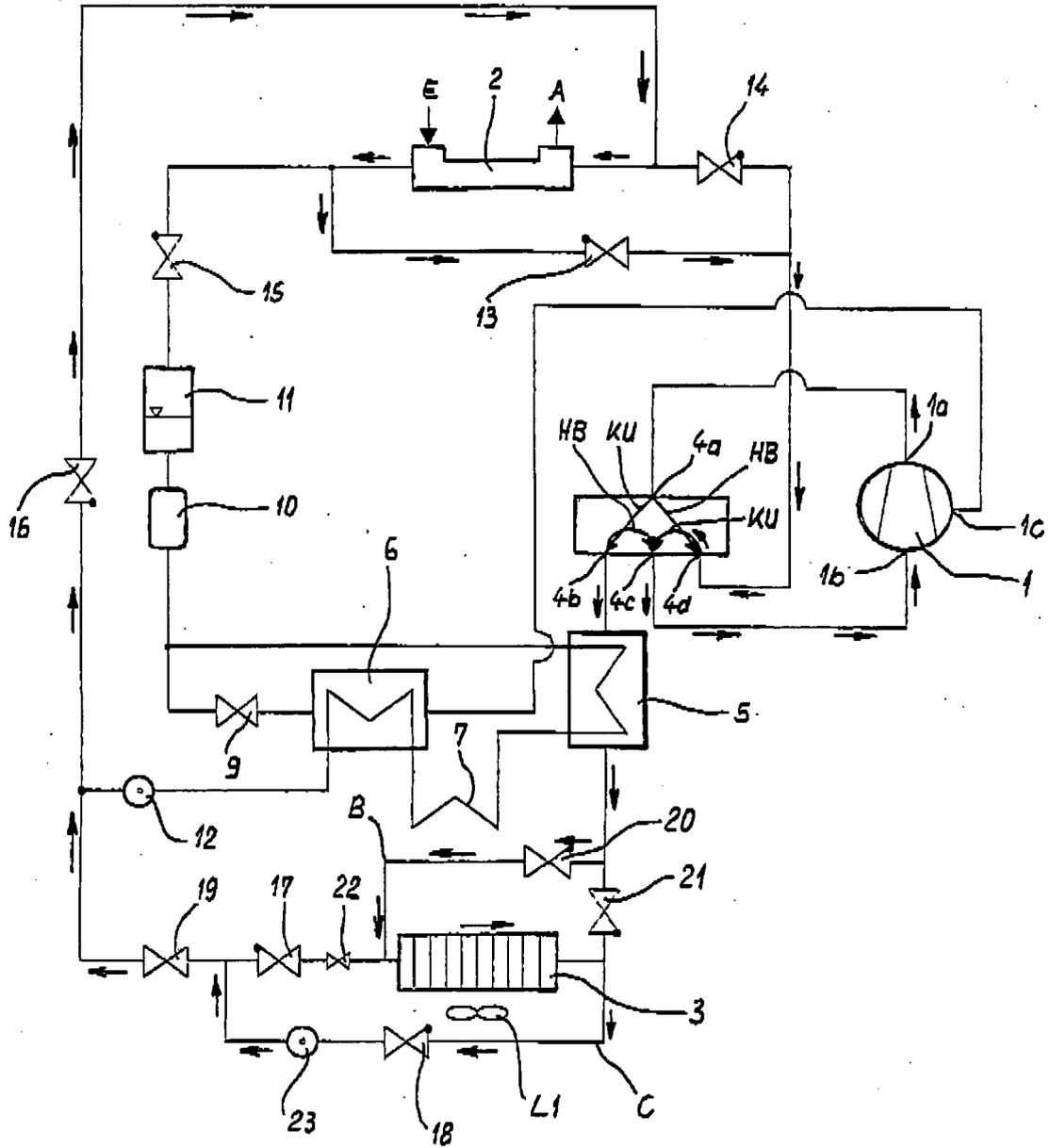


Fig. 3



**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 102005061480 B3 [0005]