



(11) **EP 2 115 208 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.09.2010 Patentblatt 2010/35

(21) Anmeldenummer: **07857803.6**

(22) Anmeldetag: **19.12.2007**

(51) Int Cl.:
D06F 58/20 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/064180

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/086933 (24.07.2008 Gazette 2008/30)

(54) **KONDENSATIONSTROCKNER MIT EINER WÄRMEPUMPE SOWIE VERFAHREN ZU SEINEM BETRIEB**

CONDENSATION DRYER COMPRISING A HEAT PUMP AND METHOD FOR OPERATING THE SAME

SÈCHE-LINGE À CONDENSATION ÉQUIPÉ D'UNE POMPE À CHALEUR ET PROCÉDÉ POUR FAIRE FONCTIONNER CE SÈCHE-LINGE

(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

(30) Priorität: **15.01.2007 DE 102007002181**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.11.2009 Patentblatt 2009/46

(73) Patentinhaber: **BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH**
81739 München (DE)

(72) Erfinder:
• **STEFFENS, Günter**
14624 Dallgow-Döberitz (DE)
• **GRUNERT, Klaus**
13465 Berlin (DE)
• **STOLZE, Andreas**
14612 Falkensee (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 884 586 DE-A1- 4 216 106
DE-A1- 19 738 735 DE-U1- 20 101 641
JP-A- 2005 027 733

EP 2 115 208 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kondensationstrockner mit einer Trocknungskammer für die zu trocknenden Gegenstände, einem Prozessluftkreis, in dem sich eine Heizung zur Erwärmung der Prozessluft befindet und die erwärmte Prozessluft mittels eines Gebläses über die zu trocknenden Gegenstände geführt werden kann, einem Luft-Luft-Wärmetauscher und einem Wärmepumpenkreis mit einem Verdampfer, einem Kompressor und einem Verflüssiger, sowie ein Verfahren zu seinem Betrieb.

[0002] Ein solcher Kondensationstrockner sowie ein Verfahren zu seinem Betrieb sind dargestellt in der DE 42 16 106 A1.

[0003] Wäschetrockner, deren Funktionsweise auf der Kondensation der mittels warmer Prozessluft verdampften Feuchtigkeit der Wäsche aus der von der Wäsche abgeführten Prozessluft beruht - so genannte Kondensationstrockner - benötigen keinen Schlauch zur Abführung der mit Feuchtigkeit beladenen Prozessluft und sind sehr beliebt, weil sie in innen liegenden Bädern oder Waschküchen von größeren Wohnkomplexen verwendet werden können. Dies gilt sowohl für speziell zum Trocknen von Wäsche bestimmte Wäschetrockner als auch für so genannte Waschtrockner, nämlich Geräte, die Wäsche sowohl waschen als auch trocknen können. Jedwede nachfolgende Bezugnahme auf einen "Wäschetrockner" oder "Kondensationstrockner" gilt daher sowohl einem nur zum Trocknen als auch einem gleichermaßen zum Waschen und Trocknen bestimmten Gerät.

[0004] In einem Kondensationstrockner wird Luft (so genannte Prozessluft) durch ein Gebläse über eine Heizung in eine feuchte Wäschestücke enthaltende Trommel als Trocknungskammer geleitet. Die heiße Luft nimmt Feuchtigkeit aus den zu trocknenden Wäschestücken auf. Nach Durchgang durch die Trommel wird die nun feuchte Prozessluft in einen Wärmetauscher geleitet, dem in der Regel ein Flusenfilter vorgeschaltet ist.

[0005] Im Wärmetauscher wird die feuchte Prozessluft abgekühlt, beispielsweise durch einen separat geführten Kühlluftstrom, so dass die in der Prozessluft enthaltene Feuchtigkeit als Wasser kondensiert. Das kondensierte Wasser wird anschließend im Allgemeinen in einem geeigneten Behälter zur späteren Entsorgung gesammelt, und die abgekühlte und getrocknete Luft erneut der Heizung und anschließend der Trommel zugeführt.

[0006] Dieser Trocknungsvorgang ist energieintensiv, da die bei der Kühlung der Prozessluft im Wärmetauscher entzogene Wärme dem Prozess energetisch verloren geht, jedenfalls dann, wenn diese Wärme in einem Kühlluftstrom abgeführt wird. Durch Einsatz einer Wärmepumpe lässt sich dieser Energieverlust deutlich reduzieren. Bei einem mit einer Wärmepumpe ausgestatteten Kondensationstrockner erfolgt die Kühlung der warmen, mit Feuchtigkeit beladenen Prozessluft im Wesentlichen in einem ersten Wärmetauscher der Wärmepumpe, ins-

besondere einem Verdampfer, wo die übertragene Wärme zur Verdampfung eines in der Wärmepumpe eingesetzten Kältemittels verwendet wird. Solches aufgrund der Erwärmung verdampftes Kältemittel wird über einen Kompressor einem zweiten Wärmetauscher, im gegebenen Fall und nachfolgend auch "Verflüssiger" genannt, der Wärmepumpe zugeführt, wo aufgrund der Kondensation des gasförmigen Kältemittels Wärme freigesetzt wird, die wiederum zum Aufheizen der Prozessluft vor Eintritt in die Trommel verwendet wird. Das verflüssigte Kältemittel gelangt durch eine Drossel, welche seinen Druck herabsetzt, zurück zum Verdampfer, um dort unter erneutem Aufnehmen von Wärme aus der Prozessluft zu verdampfen.

[0007] In der DE 40 23 000 C2 ist ein Wäschetrockner mit einer Wärmepumpe beschrieben, bei dem im Prozessluftkanal zwischen dem Verflüssiger und dem Verdampfer eine Zuluftöffnung angeordnet ist, die mit einer steuerbaren Verschlusseinrichtung verschließbar ist.

[0008] In der DE 197 38 735 C2 ist ein Kondensationstrockner mit einem geschlossenen Prozessluftkreis beschrieben, der mit einer Wärmepumpe ausgerüstet ist. Die Wärmepumpe ist als nach dem Absorberprinzip arbeitende Einrichtung ausgebildet, deren Absorber einen dritten Wärmetauscher bildet, dessen Primärkreis vom Kühlmittel durchströmt ist und über dessen Sekundärkreis die vom zweiten Wärmetauscher abströmende Prozessluft wieder dem Sekundärkreis des ersten Wärmetauschers zugeführt ist.

[0009] Der traditionell eingesetzte Luft-Luft-Wärmetauscher - im Kreuzbetrieb oder im Gegenstrombetrieb betrieben - und die elektrische Heizung sind im Allgemeinen komplett durch eine Wärmepumpe ersetzt. Dadurch können Verbesserungen der Energieperformance von 20 bis 50 % erreicht werden.

[0010] Aus der DE 201 01 641 U1 geht ein Kondensationstrockner einer der eingangs definierten ähnlichen Gattung hervor, bei dem eine thermoelektrische Wärmepumpe an Stelle des Wärmepumpenkreises vorgesehen ist.

[0011] Aus der JP 2005-27733 A geht ein Kondensationstrockner mit einem Wärmepumpenkreis hervor, wobei dem Wärmepumpenkreis ein zusätzlicher Wärmetauscher zum Wärmeaustausch mit einer Umgebung des Kondensationstrockners oder einem separat zugeführten Fluid vorgesehen ist.

[0012] Als gängige Wärmepumpen kommen Kompressor-Aggregate wie vorstehend beschrieben zur Anwendung. Diese arbeiten in der Regel optimal in einem bestimmten Temperaturbereich. Problematisch bei der Anwendung einer Kompressor-Wärmepumpe im Kondensationstrockner sind die meist hohen Temperaturen im Verflüssiger, die prozessbedingt dazu führen, dass der Kompressor abgeschaltet werden muss und / oder sich der Wirkungsgrad der Wärmepumpe verschlechtert. Dieses Problem ist noch größer, wenn der Kompressor durch eine Zusatzheizung im Prozessluftkreis unterstützt wird, um eine schnellere und/oder höhere Aufheizung

der Prozessluft und damit kürzere Trocknungszeiten zu erreichen. Eine Möglichkeit zur Kontrolle und/oder Reduzierung der Kältemitteltemperaturen im Wärmepumpenkreis ist daher wünschenswert.

[0013] Zur Behebung dieses Problems kann beispielsweise der Kompressor über einen zusätzlichen Ventilator gekühlt werden. Außerdem kann mit einem zusätzlichen Wärmetauscher, der mit einem Zusatzgebläse ausgestattet ist, das Kältemittel nach dem Verflüssiger zusätzlich gekühlt werden. Diese Lösungen haben den Nachteil, dass zusätzlicher Aufwand, insbesondere ein zusätzliches Gebläse, benötigt wird.

[0014] Eine Aufgabe der Erfindung ist daher die Bereitstellung eines Kondensationstrockners der eingangs spezifizierten Gattung, bei dem leicht eine optimale Kältemitteltemperatur eingestellt werden kann. Es soll insbesondere ein Kondensationstrockner bereitgestellt werden, der es ermöglicht, die Kältemitteltemperatur im Verflüssiger herabzusetzen. Auch soll ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Kondensationstrockners angegeben werden.

[0015] Die Lösung dieser Aufgabe wird nach dieser Erfindung erreicht durch einen Kondensationstrockner mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 9.

[0016] Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Kondensationstrockners sind in den Patentansprüchen 2 bis 8 aufgeführt. Bevorzugten Ausführungsformen des Kondensationstrockners entsprechen sinngemäße bevorzugte Ausführungsformen des Verfahrens.

[0017] Ein Gegenstand der Erfindung ist somit ein Kondensationstrockner mit einer Trocknungskammer für die zu trocknenden Gegenstände, im Allgemeinen Wäschestücke, einem Prozessluftkreis, in dem sich eine Heizung zur Erwärmung der Prozessluft befindet und die erwärmte Prozessluft mittels eines Gebläses über die zu trocknenden Gegenstände geführt werden kann, einem Luft-Luft-Wärmetauscher und einem Wärmepumpenkreis mit einem Verdampfer, einem Kompressor und einem Verflüssiger, wobei sich im Wärmepumpenkreis zwischen dem Verflüssiger und dem Verdampfer ein zusätzlicher Wärmetauscher befindet, welcher zum Abführen von Wärme aus dem Wärmepumpenkreis mit dem Luft-Luft-Wärmetauscher funktionell gekoppelt ist.

[0018] Erfindungsgemäß wird ein zusätzlicher Wärmetauscher in den als "Hybriden" sowohl mit Wärmepumpenkreis als auch mit Luft-Luft-Wärmetauscher ausgestatteten Kondensationstrockner integriert. Dabei geht die Erfindung aus von der Erkenntnis, dass der Luft-Luft-Wärmetauscher und insbesondere die daran angeschlossenen Kanäle für Prozessluft oder Kühlluft ausreichende Wärmesenken bieten, um ohne Beeinträchtigung des Trocknungsprozesses einen eventuellen Überschuss an Wärme aus dem Wärmepumpenkreis abführen zu können, wobei dieser Überschuss nicht notwendigerweise ganz oder im wesentlichen verloren gehen

muss.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kondensationstrockners ist der zusätzliche Wärmetauscher in einem Prozessluftkanal zwischen dem Verdampfer und dem Verflüssiger angeordnet. Besonders bevorzugt liegt der zusätzliche Wärmetauscher dabei zwischen dem Verflüssiger und einem Entspannungsventil, durch welches das verflüssigte Kältemittel auf einen geringeren Binnendruck entspannt wird, um anschließend im Verdampfer verdampfen zu können. Dabei erfolgt der Austausch von Wärme in dem zusätzlichen Wärmetauscher zwischen dem flüssigen Kältemittel und der relativ kühlen Prozessluft. In dieser Konfiguration ist der zusätzliche Wärmetauscher nicht einfach eine Erweiterung des Verflüssigers. Im Verflüssiger liegt das Kältemittel teils in flüssiger und teils in gasförmiger Phase vor, weshalb sich im Verflüssiger eine Temperatur einstellt, die der Siedetemperatur des Kältemittels beim gegebenen Druck im Verflüssiger entspricht. Eine geringere Temperatur als diese ist im Verflüssiger nicht zu erreichen; auch dann nicht, wenn er baulich vergrößert wird. Wird aber das flüssige Kältemittel aus dem zweiphasigen Gemisch rein abgezogen, so kann seine Temperatur durch einen weiteren Wärmeaustausch nach Bedarf abgesenkt werden. Diese Maßnahme ist unter dem Begriff "Unterkühlen" bekannt. Eben dies geschieht in dem zusätzlichen Wärmetauscher, der aus diesem Grunde selbst dann, wenn er in großer Nähe zum Verflüssiger angeordnet ist, nicht als Teil des Verflüssigers angesehen werden kann.

[0020] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kondensationstrockners befindet sich der zusätzliche Wärmetauscher in einem Kühlluftkanal des Luft-Luft-Wärmetauschers.

[0021] Bedingt durch seine Funktion als Wärmetauscher befindet sich der zusätzliche Wärmetauscher im Allgemeinen in zwei Kanälen, wobei einer dieser Kanäle erfindungsgemäß der Wärmepumpenkreis ist und der andere Kanal der Kühlluftkanal oder der Prozessluftkanal ist.

[0022] Im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner kann mehr als ein zusätzlicher Wärmetauscher im Wärmepumpenkreis vorhanden sein. Beispielsweise kann sich ein erster zusätzlicher Wärmetauscher im Prozessluftkanal befinden, und ein zweiter zusätzlicher Wärmetauscher kann sich im Kühlluftkanal befinden.

[0023] Wenn sich ein zusätzlicher Wärmetauscher im Kühlluftkanal befindet, ist er in einer ersten bevorzugten Ausführungsform zwischen einem Kühlgebläse und dem Luft-Luft-Wärmetauscher angeordnet.

[0024] In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform ist der zusätzliche Wärmetauscher im Kühlluftkanal auf der einem Kühlgebläse abgewandten Seite des Luft-Luft-Wärmetauschers angeordnet.

[0025] In einer dritten bevorzugten Ausführungsform ist der zusätzliche Wärmetauscher im Kühlluftkanal auf der dem Luft-Luft-Wärmetauscher abgewandten Seite eines Kühlgebläses angeordnet.

[0026] Das im Wärmepumpenkreis verwendete Kältemittel ist vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe, die aus einer Butan/Isopropan-Mischung, Kohlendioxid und einer Fluorkohlenwasserstoffverbindung besteht.

[0027] In einer bevorzugten Ausführungsform des Kondensationstrockners ist der Luft-Luft-Wärmetauscher abnehmbar. Dies ist besonders vorteilhaft, da ein abnehmbarer Wärmetauscher leichter von Flusen gereinigt werden kann.

[0028] Gegenstand der Erfindung ist außerdem ein Verfahren zum Betrieb eines Kondensationstrockners mit einer Trocknungskammer für die zu trocknenden Gegenstände, einem Prozessluftkreis, in dem sich eine Heizung zur Erwärmung der Prozessluft befindet und die erwärmte Prozessluft mittels eines Gebläses über die zu trocknenden Gegenstände geführt wird, einem Luft-Luft-Wärmetauscher und einem Wärmepumpenkreis mit einem Verdampfer, einem Kompressor und einem Verflüssiger, wobei sich im Wärmepumpenkreis zwischen dem Verflüssiger und dem Verdampfer ein zusätzlicher Wärmetauscher befindet, welcher mit dem Luft-Luft-Wärmetauscher funktionell gekoppelt ist, indem er Wärme aus dem Wärmepumpenkreis abführt.

[0029] Bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Kondensationstrockners entsprechen bevorzugte Ausführungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und umgekehrt, auch wenn vorliegend darauf nicht jeweils im Einzelnen hingewiesen wird.

[0030] Die Wärmepumpe im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner weist neben Verdampfer, Verflüssiger und Kompressor in Fließrichtung des Kältemittels zwischen dem Verflüssiger und dem Verdampfer ein Entspannungsventil (auch als Drosselventil oder Drossel bezeichnet) auf.

[0031] Das in der Wärmepumpe eingesetzte Kältemittel zirkuliert im Wärmepumpenkreis vorzugsweise mit einer turbulenten Strömung. Eine turbulente Strömung kann durch eine geeignete konstruktive Ausgestaltung eines Strömungskanals und/oder durch geeignete Antriebsmittel (z.B. Kompressor) eingestellt werden.

[0032] Die Temperatur des Kältemittels der Wärmepumpe, insbesondere im Verflüssiger, wird erfindungsgemäß im Allgemeinen über die Steuerung von Wärmepumpe und zusätzlichem Wärmetauscher im zulässigen Bereich gehalten. Da sich beim erfindungsgemäßen Kondensationstrockner im Prozessluftkreis vor dem Eintritt in die Trocknungskammer eine Heizung befindet, wird vorzugsweise die Steuerung der Wärmepumpe in Abstimmung mit der Steuerung der Heizung durchgeführt.

[0033] Erfindungsgemäß ist es bevorzugt, wenn Prozessluft und Kühlluft bzw. Prozessluft und Kältemittel in der Wärmepumpe jeweils in einem Kreuz- bzw. Gegenstromverfahren durch die entsprechenden Wärmetauscher geführt werden.

[0034] Erfindungsgemäß ist eine verbesserte Einstellbarkeit der Temperatur des Kältemittels in der Wärmepumpe, insbesondere im Verflüssiger, durch die Kombi-

nation einer Wärmepumpe mit dem zusätzlichen Wärmetauscher und mit einem Luft-Luft-Wärmetauscher gegeben. Hierbei wird die nach Durchgang durch eine Trocknungskammer (Wäschetrommel) mit Feuchtigkeit beladene heiße Prozessluft zunächst in einem Luft-Luft-Wärmetauscher abgekühlt, wo sie Feuchtigkeit in Form von kondensiertem Wasser abscheiden kann. Anschließend wird die bereits etwas abgekühlte Prozessluft dem Verdampfer des Wärmepumpenkreises zugeführt, wo die Prozessluft zusätzlich gekühlt wird. Aufgrund der Verwendung des der Wärmepumpe im Prozessluftkreis vorgeschalteten Luft-Luft-Wärmetauschers wird das Kältemittel der Wärmepumpe weniger stark erhitzt.

[0035] Die im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner eingesetzte Heizung ist vorzugsweise eine Zweistufen-Heizung. Die Steuerung dieser Heizung wird in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ebenfalls zur Regelung der Temperatur des Kältemittels herangezogen.

[0036] Da mit fortschreitendem Trocknungsgrad der im Kondensationstrockner zu trocknenden Gegenstände die notwendige Energie für das Trocknen abnimmt, ist es zweckmäßig, die Heizung entsprechend zu regeln, d.h. mit fortschreitendem Trocknungsgrad deren Heizleistung zu vermindern, um ein Gleichgewicht zwischen der zugeführten und der notwendigen Trocknungsenergie aufrecht zu erhalten.

Mit zunehmendem Trocknungsgrad der zu trocknenden Gegenstände, insbesondere Wäsche, wird somit eine geringere Heizleistung oder sogar eine zunehmende Kühlleistung der Wärmepumpe erforderlich. Insbesondere würde nach einer abgeschlossenen Trocknungsphase die Temperatur im Prozessluftkreis stark ansteigen. Im Allgemeinen werden daher die Wärmepumpe und die Heizung im Kondensationstrockner so geregelt, dass in der Trocknungskammer eine maximal zulässige Temperatur nicht überschritten wird.

[0037] Zur Regelung der Temperatur von Kältemittel bzw. Wärmepumpe sowie der Temperatur der Prozessluft werden im Allgemeinen dem Fachmann an sich bekannte Temperaturfühler im Wärmepumpenkreis und/oder im Prozessluftkreis eingesetzt.

[0038] Die Erfindung hat den Vorteil, dass die Temperatur des Kältemittels in der Wärmepumpe leicht geregelt werden kann. Insbesondere kann die Temperatur des Kältemittels so geregelt werden, dass die Wärmepumpe und insbesondere der Verflüssiger in einem optimalen Temperaturbereich arbeiten. Dies ermöglicht den Betrieb des Kondensationstrockners mit günstigerer Energiebilanz. Außerdem wird die Wärmepumpe geschont. Zudem können die Anforderungen an den Kompressor der Wärmepumpe bei einer niedrigeren Kältemitteltemperatur geringer sein.

[0039] Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen für den erfindungsgemäßen Kondensationstrockner und ein in diesem Kondensationstrockner einzusetzendes Verfahren.

Dabei wird Bezug genommen auf die Figuren 1 bis 5.

Fig. 1 zeigt einen vertikalen Schnitt durch einen Kondensationstrockner;

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung des Prozessluftkreises und des Wärmepumpenkreises für die in Fig. 1 gezeigte Ausführungsform eines Kondensationstrockners;

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung des Prozessluftkreises und des Wärmepumpenkreises für eine zweite Ausführungsform des Kondensationstrockners;

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung des Prozessluftkreises und des Wärmepumpenkreises für eine dritte Ausführungsform des Kondensationstrockners;

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung des Prozessluftkreises und des Wärmepumpenkreises für eine vierte Ausführungsform des Kondensationstrockners.

[0040] Figur 1 zeigt einen senkrecht geschnittenen Kondensationstrockner 1 (im Folgenden mit "Trockner" abgekürzt) bei dem sich ein zusätzlicher Wärmetauscher 16 sowohl im Wärmepumpenkreis 13, 14, 15, 16, 17 als auch im Kühlluftkanal 12 eines Luft-Luft-Wärmetauschers 11, 12 befindet. Dieser zusätzliche Wärmetauscher 16 ist also mit dem Luft-Luft-Wärmetauscher 11, 12 funktionell gekoppelt.

[0041] Der in Figur 1 dargestellte Trockner 1 weist eine um eine horizontale Achse drehbare Trommel als Trocknungskammer 3 auf, innerhalb welcher Mitnehmer 4 zur Bewegung von Wäsche während einer Trommeldrehung befestigt sind. Prozessluft wird mittels eines Gebläses 19 über eine Heizung 18, durch eine Trommel 3, einen Luft-Luft-Wärmetauscher 11, 12 sowie eine Wärmepumpe 13, 14, 15 in einem Luftkanal 2 im geschlossenen Kreis geführt (Prozessluftkreis 2). Nach Durchgang durch die Trommel 3 wird die feuchte, warme Prozessluft abgekühlt und nach Kondensation der in der Prozessluft enthaltenen Feuchtigkeit wieder erwärmt. Dabei wird von der Heizung 18 erwärmte Luft von hinten, d.h. von der einer Trocknertür 5 gegenüberliegenden Seite der Trommel 3, durch deren gelochten Boden in die Trommel 3 geleitet, kommt dort mit der zu trocknenden Wäsche in Berührung und strömt durch die Befüllöffnung der Trommel 3 zu einem Flusensieb 6 innerhalb einer die Befüllöffnung verschließenden Trocknertür 5. Anschließend wird der Luftstrom in der Trocknertür 5 nach unten umgelenkt und von dem Luftkanal 2 zum Luft-Luft-Wärmetauscher 11, 12 geleitet. Dort kondensiert infolge Abkühlung die von der Prozessluft aus den Wäschestücken aufgenommene Feuchtigkeit und wird in einem in Figur 1 gestrichelt gezeichneten Kondensat-Behälter 21 auf-

gefangen, von dem aus sie entsorgt werden kann. Anschließend wird die etwas abgekühlte Prozessluft zum Verdampfer 13 einer Wärmepumpe 13, 14, 15 geführt, wo sie weiter abgekühlt wird. Das dabei im Verdampfer 13 verdampfte Kältemittel der Wärmepumpe wird über einen Kompressor 14 zum Verflüssiger 15 geleitet. Im Verflüssiger 15 verflüssigt sich das Kältemittel unter Wärmeabgabe an die Prozessluft. Das nun in flüssiger Form vorliegende Kältemittel wird anschließend zu einem zusätzlichen Wärmetauscher 16 geführt, der sich im Kühlluftkanal 12 des Luft-Luft-Wärmetauschers 11, 12 zwischen diesem und einem Kühl(luft)gebläse 20 befindet, und von dort über ein Drosselventil 17 wiederum zum Verdampfer 13, wodurch der Kältemittelkreis geschlossen ist. Die Kühlluft wird der Raumluft entnommen und nach Durchgang durch den Luft-Luft-Wärmetauscher 11, 12 wieder der Raumluft zugeführt.

[0042] Die Trommel 3 wird in der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform am hinteren Boden mittels eines Drehlagers und vorne mittels eines Lagerschildes 7 gelagert, wobei die Trommel 3 mit einer Kreppe auf einem Gleitstreifen 8 am Lagerschild 7 aufliegt und so am vorderen Ende gehalten wird. Die Steuerung des Kondensationstrockners erfolgt über eine Steuereinrichtung 10, die vom Benutzer über eine Bedieneinheit 9 geregelt werden kann.

[0043] Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung des Prozessluftkreises und des Wärmepumpenkreises für die in Fig. 1 gezeigte Ausführungsform eines Kondensationstrockners. Während die Prozessluft im geschlossenen Prozessluftkreis 2 und das Kältemittel im geschlossenen Wärmepumpenkreis der Wärmepumpe 13, 14, 15 geführt wird, wird die zur Kühlung im Luft-Luft-Wärmetauscher 11, 12 verwendete Luft der Raumluft entnommen, über das Kühlgebläse 20 nach Durchgang durch den zusätzlichen Wärmetauscher 16 zum Luft-Luft-Wärmetauscher 11, 12 geleitet und anschließend wieder der Raumluft zugeführt.

[0044] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung des Prozessluftkreises und des Wärmepumpenkreises für eine zweite Ausführungsform des Kondensationstrockners mit einem zusätzlichen Wärmetauscher 16, welcher mit dem Luft-Luft-Wärmetauscher 11, 12 funktionell gekoppelt ist. Bei dieser zweiten Ausführungsform befindet sich der zusätzliche Wärmetauscher 16 ebenfalls im Kühlluftkanal 12 des Luft-Luft-Wärmetauschers 11, 12, allerdings im Kühlluftkanal 12 auf der dem Kühlgebläse 20 abgewandten Seite des Luft-Luft-Wärmetauschers 11, 12.

[0045] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung des Prozessluftkreises und des Wärmepumpenkreises für eine dritte Ausführungsform des Kondensationstrockners. Bei dieser Ausführungsform ist der mit dem Luft-Luft-Wärmetauscher 11, 12 funktionell gekoppelte zusätzliche Wärmetauscher 16 im Kühlluftkanal 12 auf der dem Luft-Luft-Wärmetauscher 11, 12 abgewandten Seite des Kühlgebläses 20 angeordnet. Der Wärmetauscher 16 befindet sich somit im Ansaugbereich der Kühlluft.

[0046] Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung des Prozessluftkreises und des Wärmepumpenkreises für eine vierte Ausführungsform des Kondensationstrockners. Bei dieser Ausführungsform ist der zusätzliche Wärmetauscher 16, welcher mit dem Luft-Luft-Wärmetauscher 11, 12 funktionell gekoppelt ist, im Prozessluftkanal 11 zwischen dem dem Verdampfer 13 vorgeschalteten Entspannungsventil 17 und dem Verflüssiger 15 angeordnet. So erfolgt der Austausch von Wärme in dem zusätzlichen Wärmetauscher 16 zwischen dem flüssigen Kältemittel und der relativ kühlen Prozessluft.

[0047] In der Konfiguration gemäß Fig. 5 ist der zusätzliche Wärmetauscher 16 nicht einfach eine Erweiterung des Verflüssigers 15. Im Verflüssiger 15 liegt das Kältemittel in einem zweiphasigen Gemisch teils in flüssiger und teils in gasförmiger Phase vor. Deshalb stellt sich dort eine Temperatur ein, die der Siedetemperatur des Kältemittels beim gegebenen Druck im Verflüssiger 15 entspricht. Eine geringere Temperatur als diese kann im Verflüssiger 15 nicht erreicht werden. Erhöhte oder verringerte Zufuhr von Wärme in den Verflüssiger 15 wird ohne Änderung der Temperatur aufgefangen von einer Verschiebung des Gleichgewichts zwischen den Anteilen des flüssigen und des gasförmigen Kältemittels im zweiphasigen Gemisch. Wird aber das flüssige Kältemittel aus dem zweiphasigen Gemisch rein abgezogen, so kann seine Temperatur durch einen weiteren Wärmeaustausch nach Bedarf abgesenkt und das flüssige Kältemittel dadurch unterkühlt werden. Eben dies geschieht in dem zusätzlichen Wärmetauscher 16, der aus diesem Grunde nicht als Teil des Verflüssigers 15 angesehen werden kann. Allerdings bietet das in dieser Konfiguration auftretende Phänomen der Unterkühlung des Kältemittels einen zusätzlichen Parameter für die Auslegung der Wärmepumpe und der in dieser sich ergebenden Temperaturniveaus, woraus sich zusätzlicher Spielraum zur Optimierung des Betriebs der Wärmepumpe und des Kondensationstrockners ergibt. Es ist denkbar, dieses Phänomen und den daraus resultierenden Spielraum auch in anderen Ausführungen des hier beschriebenen Kondensationstrockners zu realisieren und zu nutzen.

Patentansprüche

1. Kondensationstrockner (1) mit einer Trocknungskammer (3) für die zu trocknenden Gegenstände, einem Prozessluftkreis (2), in dem sich eine Heizung (18) zur Erwärmung der Prozessluft befindet und die erwärmte Prozessluft mittels eines Gebläses (19) über die zu trocknenden Gegenstände geführt werden kann, einem Luft-Luft-Wärmetauscher (11, 12) und einem Wärmepumpenkreis (13, 14, 15) mit einem Verdampfer (13), einem Kompressor (14) und einem Verflüssiger (15),
dadurch gekennzeichnet, dass sich im Wärmepumpenkreis (13, 14, 15) zwischen dem Verflüssiger (15) und dem Verdampfer (13) ein zusätzlicher Wärme-

metauscher (16) befindet, welcher zum Abführen von Wärme aus dem Wärmepumpenkreis (13, 14, 15) mit dem Luft-Luft-Wärmetauscher (11, 12) funktionell gekoppelt ist.

2. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zusätzliche Wärmetauscher (16) in einem Prozessluftkanal (11) zwischen dem Verdampfer (13) und dem Verflüssiger (15) angeordnet ist.
3. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der zusätzliche Wärmetauscher (16) in einem Kühlluftkanal (12) des Luft-Luft-Wärmetauschers (11, 12) befindet.
4. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zusätzliche Wärmetauscher (16) im Kühlluftkanal (12) zwischen einem Kühlgebläse (20) und dem Luft-Luft-Wärmetauscher (11, 12) angeordnet ist.
5. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zusätzliche Wärmetauscher (16) im Kühlluftkanal (12) auf der einem Kühlgebläse (20) abgewandten Seite des Luft-Luft-Wärmetauschers (11, 12) angeordnet ist.
6. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zusätzliche Wärmetauscher (16) im Kühlluftkanal (12) auf der dem Luft-Luft-Wärmetauscher (11, 12) abgewandten Seite eines Kühlgebläses (20) angeordnet ist.
7. Kondensationstrockner (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kältemittel im Wärmepumpenkreis (13, 14, 15) ausgewählt ist aus der Gruppe, die aus einer Butan/Isoopropan-Mischung, Kohlendioxid und einer Fluorkohlenwasserstoffverbindung besteht.
8. Kondensationstrockner nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Luft-Luft-Wärmetauscher (11, 12) abnehmbar ist.
9. Verfahren zum Betrieb eines Kondensationstrockners (1) mit einer Trocknungskammer (3) für die zu trocknenden Gegenstände, einem Prozessluftkreis (2), in dem sich eine Heizung (18) zur Erwärmung der Prozessluft befindet und die erwärmte Prozessluft mittels eines Gebläses (19) über die zu trocknenden Gegenstände geführt wird, einem Luft-Luft-Wärmetauscher (11, 12) und einem Wärmepumpenkreis (13, 14, 15) mit einem Verdampfer (13), einem Kompressor (14) und einem Verflüssiger (15), **dadurch gekennzeichnet, dass** sich im Wärmepumpenkreis (13, 14, 15) zwischen dem Verflüssiger (15) und dem Verdampfer (13) ein zusätzlicher Wärme-

tauscher (16) befindet, welcher mit dem Luft-Luft-Wärmetauscher (11, 12) funktionell gekoppelt ist, indem er Wärme aus dem Wärmepumpenkreis (13, 14, 15) abführt.

Claims

1. Condensation dryer (1) with a drying chamber (3) for the articles to be dried, a process air circuit (2) in which a heater (18) for heating the process air is located and the heated process air can be conducted by means of a fan (19) over the articles to be dried, an air-air heat exchanger (11, 12) and a heat pump circuit (13, 14, 15) with an evaporator (13), a compressor (14) and a condensor (15), **characterised in that** disposed in the heat pump circuit (13, 14, 15) between the condensor (15) and the evaporator (13) is an additional heat exchanger (16) which for conducting heat out of the heat pump circuit (13, 14, 15) is functionally coupled with the air-air heat exchanger (11, 12).
2. Condensation dryer (1) according to claim 1, **characterised in that** the additional heat exchanger (16) is arranged in a process air channel (11) between the evaporator (13) and the condensor (15).
3. Condensation dryer (1) according to claim 1, **characterised in that** the additional heat exchanger (16) is disposed in a cooling air channel (12) of the air-air heat exchanger (11, 12).
4. Condensation dryer (1) according to claim 3, **characterised in that** the additional heat exchanger (16) is arranged in the cooling air channel (12) between a cooling fan (20) and the air-air heat exchanger (11, 12).
5. Condensation dryer (1) according to claim 3, **characterised in that** the additional heat exchanger (16), is arranged in the cooling air channel (12) on the side of the air-air heat exchanger (11, 12) remote from a cooling fan (20).
6. Condensation dryer (1) according to claim 3, **characterised in that** the additional heat exchanger (16) is arranged in the cooling air channel (12) on the side of a cooling fan (20) remote from the air-air heat exchanger (11, 12).
7. Condensation dryer (1) according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** a refrigerant in the heat pump circuit (13, 14, 15) is selected from the group consisting of a butane-isopropane mixture, carbon dioxide and a fluorohydrocarbon compound.
8. Condensation dryer according to any one of claims

1 to 7, **characterised in that** the air-air heat exchanger (11, 12) is removable.

9. Method of operating a condensation dryer (1) with a drying chamber (3) for the articles to be dried, a process air circuit (2) in which a heater (18) for heating the process air is located and the heated process air is conducted by means of a fan (19) over the articles to be dried, an air-air heat exchanger (11, 12) and a heat pump circuit (13, 14, 15) with an evaporator (13), a compressor (14) and a condensor (15), **characterised in that** disposed in the heat pump circuit (13, 14, 15) between the condensor (15) and the evaporator (13) is an additional heat exchanger (16) which is functionally coupled with the air-air heat exchanger (11, 12) **in that** it removes heat out from the heat pump circuit (13, 14, 15).

Revendications

1. Séchoir à condensation (1) avec une chambre de séchage (3) pour les objets à sécher, un circuit d'air de processus (2) dans lequel se trouve un chauffage (18) pour le chauffage de l'air de processus et dans lequel l'air de processus chauffé peut être mené au travers des objets à sécher au moyen d'une soufflerie (19), un échangeur de chaleur air-air (11, 12) et un circuit de pompe à chaleur (13, 14, 15) avec un évaporateur (13), un compresseur (14) et un condenseur (15), **caractérisé en ce qu'**un échangeur de chaleur supplémentaire (16) se trouve dans le circuit de pompe à chaleur (13, 14, 15) entre le condenseur (15) et l'évaporateur (13), lequel est couplé de façon fonctionnelle avec l'échangeur de chaleur air-air (11, 12) pour l'évacuation de chaleur en dehors du circuit de pompe à chaleur (13, 14, 15).
2. Séchoir à condensation (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur supplémentaire (16) est disposé dans un conduit d'air de processus (11) entre l'évaporateur (13) et le condenseur (15).
3. Séchoir à condensation (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur supplémentaire (16) se trouve dans un conduit d'air de refroidissement (12) de l'échangeur de chaleur air-air (11, 12).
4. Séchoir à condensation (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur supplémentaire (16) est disposé dans le conduit d'air de refroidissement (12) entre une soufflerie de refroidissement (20) et l'échangeur de chaleur air-air (11, 12).
5. Séchoir à condensation (1) selon la revendication 3,

- caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur supplémentaire (16) est disposé dans le conduit d'air de refroidissement (12) sur un côté de l'échangeur de chaleur air-air (11, 12) détourné de la soufflerie de refroidissement (20). 5
6. Séchoir à condensation (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur supplémentaire (16) est disposé dans le conduit d'air de refroidissement (12) sur un côté d'une soufflerie de refroidissement (20) détourné de l'échangeur de chaleur air-air (11, 12). 10
7. Séchoir à condensation (1) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**un agent frigorigène dans le circuit de pompe à chaleur (13, 14, 15) est choisi parmi le groupe constitué d'un mélange butane/isopropane, de dioxyde de carbone et d'un composé chlorofluorocarbone. 15
20
8. Séchoir à condensation selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur air-air (11, 12) est amovible.
9. Procédé d'exploitation d'un séchoir à condensation (1) avec une chambre de séchage (3) pour les objets à sécher, un circuit d'air de processus (2) dans lequel se trouve un chauffage (18) pour le chauffage de l'air de processus et dans lequel l'air de processus chauffé peut être mené au travers des objets à sécher au moyen d'une soufflerie (19), un échangeur de chaleur air-air (11,12) et un circuit de pompe à chaleur (13, 14, 15) avec un évaporateur (13), un compresseur (14) et un condenseur (15), **caractérisé en ce qu'**un échangeur de chaleur supplémentaire (16) se trouve dans le circuit de pompe à chaleur (13, 14, 15) entre le condenseur (15) et l'évaporateur (13), lequel est couplé de façon fonctionnelle avec l'échangeur de chaleur air-air (11, 12) **en ce qu'**il évacue de la chaleur en dehors du circuit de pompe à chaleur (13, 14, 15). 25
30
35
40

45

50

55

Fig. 1

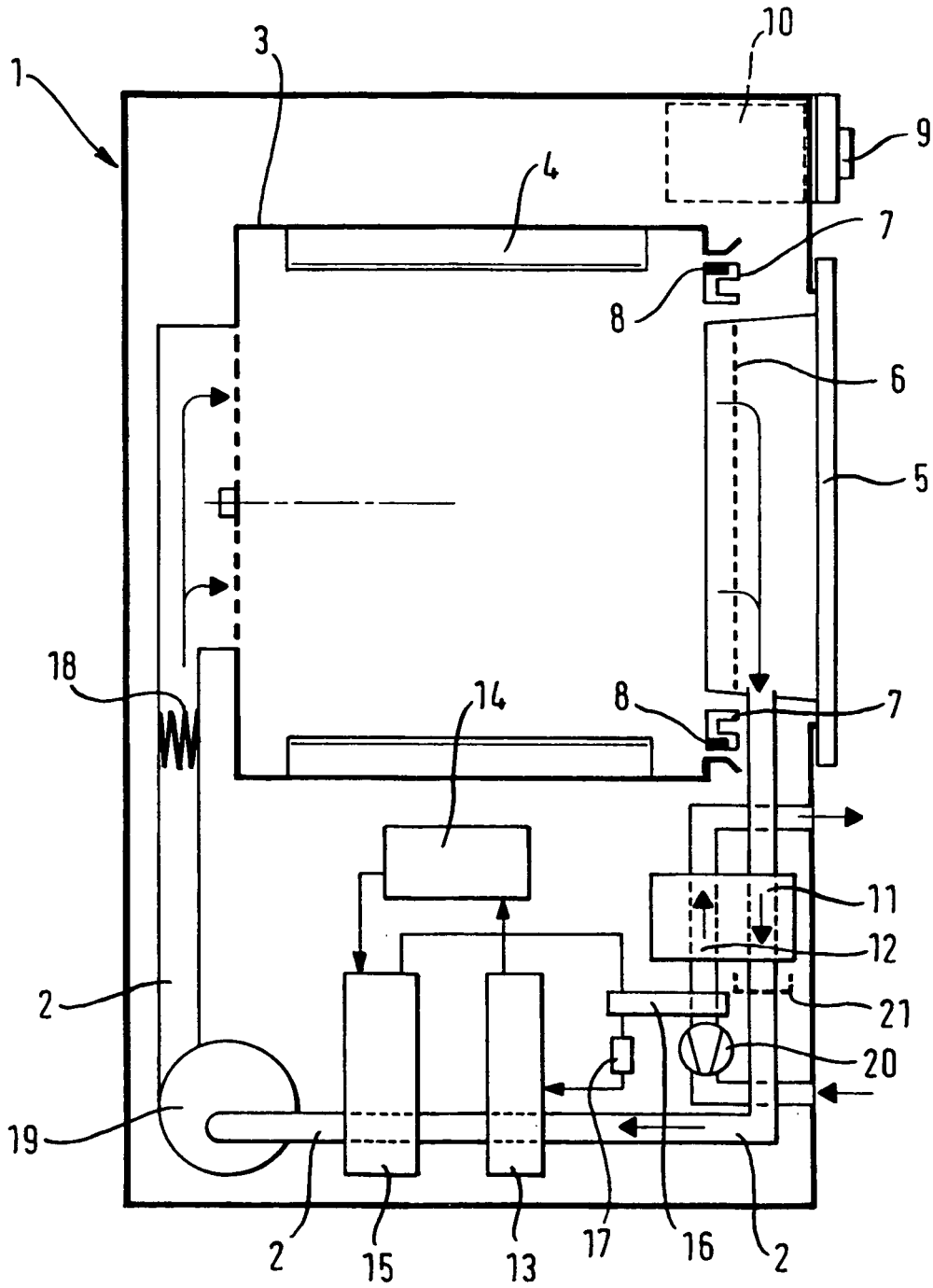


Fig. 2

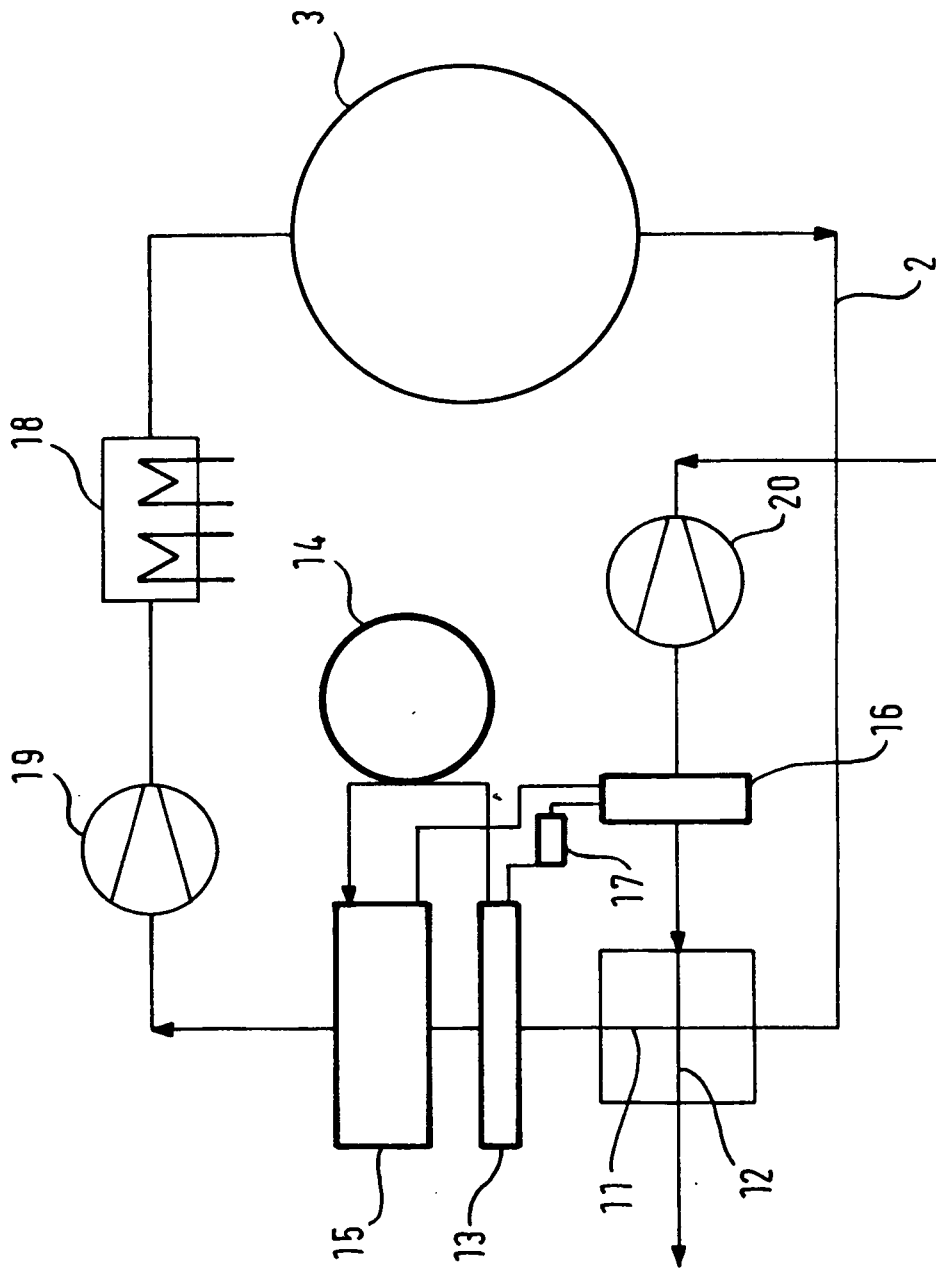


Fig. 3

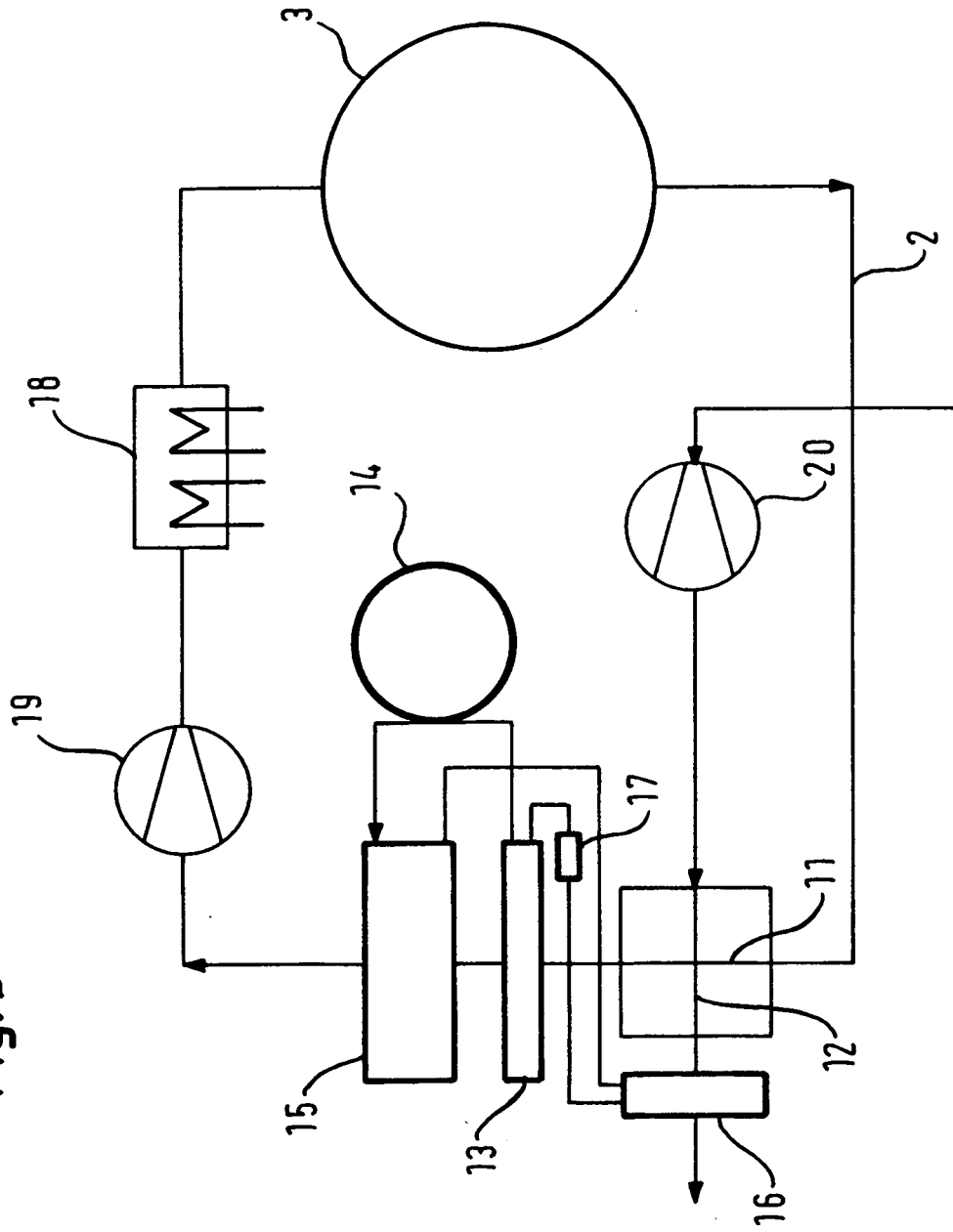


Fig. 4

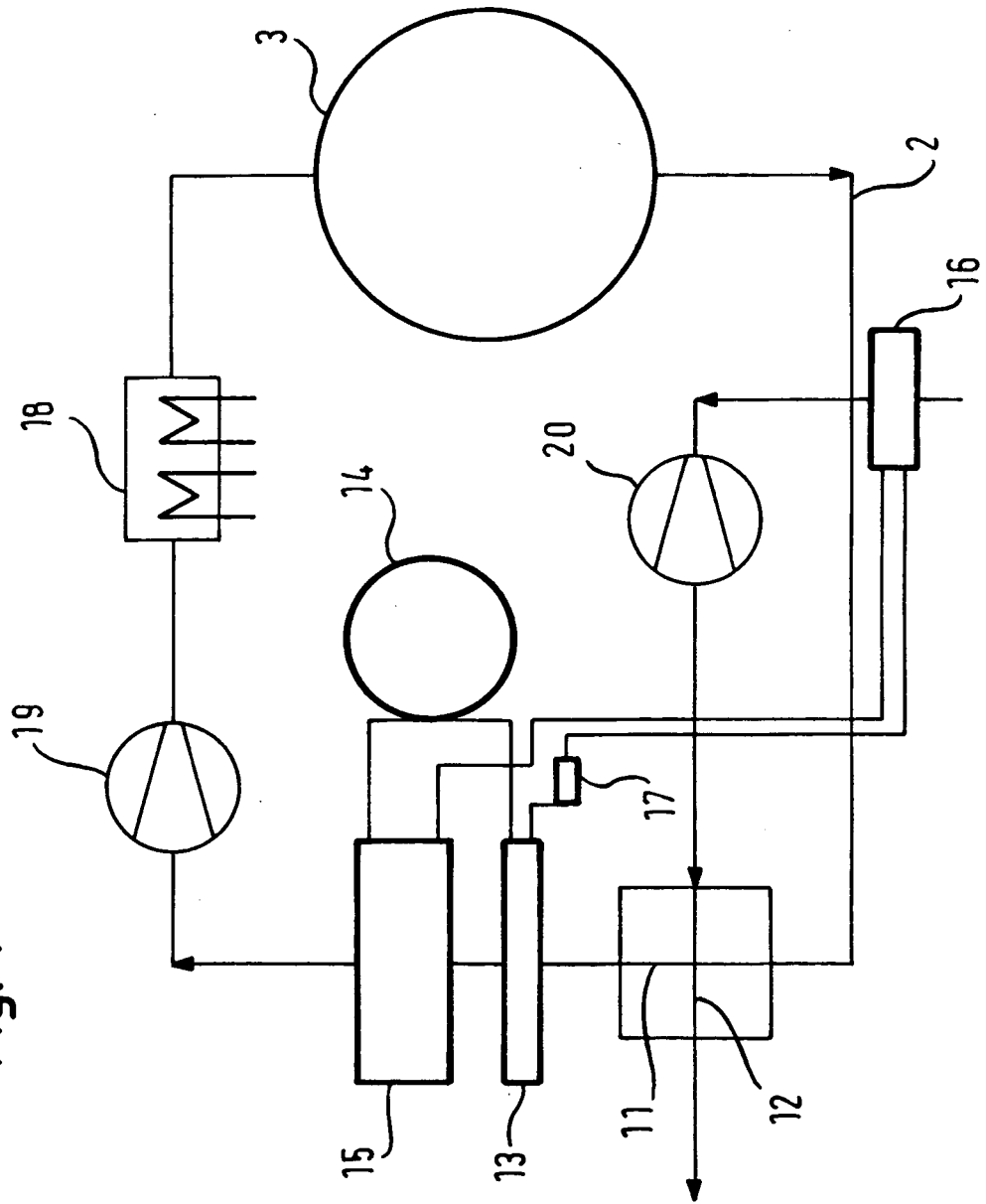
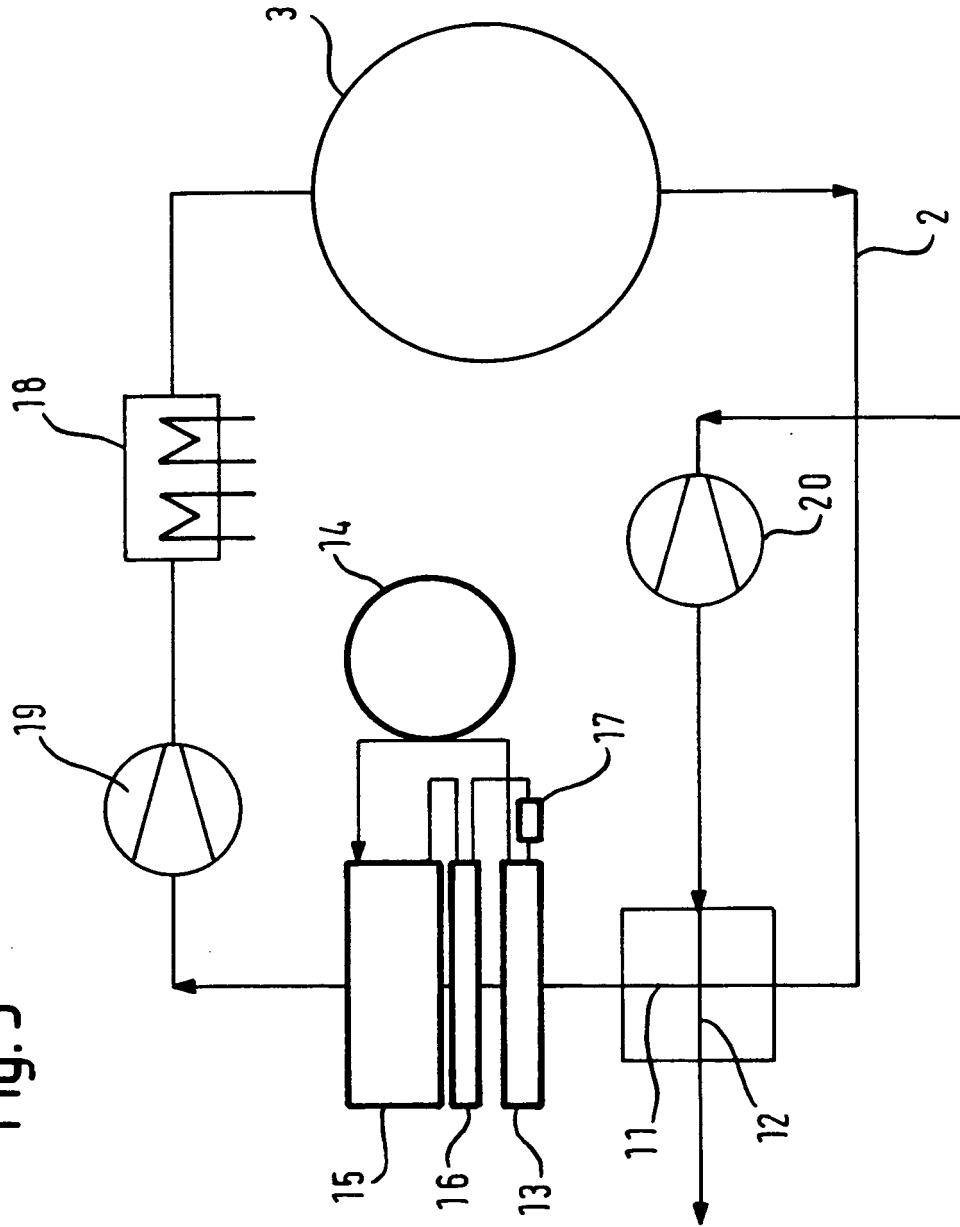


Fig. 5



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 4216106 A1 [0002]
- DE 4023000 C2 [0007]
- DE 19738735 C2 [0008]
- DE 20101641 U1 [0010]
- JP 2005027733 A [0011]