(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Juli 2010 (15.07.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/078957 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F25B 17/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/009347

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Dezember 2009 (21.12.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
08075954.1 19. Dezember 2008 (19.12.2008) EP

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **INVENSOR GMBH** [DE/DE]; 25 Gustav-Meyer-Allee, 13355 Berlin (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **BRAUNSCHWEIG, Niels** [DE/DE]; 3 Weinbergsweg, 10119 Berlin (DE). **PAULUSSEN, Sören** [DE/DE]; 26 Richard-Wagner-Str., 06114 Halle an der Saale (DE).

(74) Anwälte: **BOECKH, Tobias** et al.; Anwaltssozietät HERTIN, 54 - 55 Kurfürstendamm (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

WO 2010/078957 A2

(54) **Title**: PRESSURE-REDUCING ELEMENT FOR SPLITTING THE RECOOLING VOLUME FLOW IN SORPTION MACHINES

(54) **Bezeichnung** : EIN DRUCKREDUZIERENDES ELEMENT ZUR AUFTEILUNG DES RÜCKKÜHLVOLUMENSTROMS IN SORPTIONSMASCHINEN

(57) **Abstract**: The invention relates to the use of a pressure-reducing element for splitting volume flows in a sorption machine, wherein a single volume flow from a recooling device is split into at least two volume flows. A first volume flow flows though at least one tube of a first tube section into a condenser and a second volume flow through at least one tube of a second tube section into an adsorber, at least one of the two tube sections leading away from the recooling device or at least one of the two tube sections leading back to the recooling device comprising at least one pressure-reducing element.

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft die Verwendung eines druckreduzierenden Elementes zur Aufteilung von Volumenströmen in einer Sorptionsmaschine, wobei ein Gesamtvolumenstrom von einer Rückkühleinrichtung kommend, in mindestens zwei Volumenströme aufgeteilt wird. Hierbei strömt ein erster Volumenstrom durch mindestens ein Rohr einer ersten Rohrstrecke in einen Kondensator und ein zweiter Volumenstrom durch mindestens ein Rohr einer zweiten Rohrstrecke in einen Adsorber, wobei mindestens eine der beiden von der Rückkühleinrichtung kommenden oder der beiden zu dieser zurückführenden Rohrstrecken mindestens ein druckreduzierendes Element aufweist.

Ein druckreduzierendes Element zur Aufteilung des Rückkühlvolumenstroms in Sorptionsmaschinen

Die Erfindung betrifft die Verwendung eines druckreduzierenden Elementes zum Aufteilen von Volumenströmen in einer Sorptionsmaschine sowie in einer Adsorptionskältemaschine und weiterhin ein Verfahren zum Aufteilen der Volumenströme in einer Sorptionsmaschine.

Im Stand der Technik sind Kältemaschinen beschrieben, die im Allgemeinen der Beheizung und/oder der Kühlung von Gebäuden dienen. Kältemaschinen realisieren thermodynamische Kreisprozesse, bei denen beispielsweise Wärme unterhalb der Umgebungstemperatur aufgenommen und bei einer höheren Temperatur abgegeben wird. Die thermodynamischen Kreisprozesse ähneln denen einer Wärmepumpe. Im Stand der Technik bekannte Kältemaschinen sind z. B. Adsorptionskälteanlagen, Diffusions- Absorptionskältemaschinen, Adsorptionskälteanlagen beziehungsweise Feststoffsorptionswärmepumpen sowie Kompressionskälteanlagen.

Die Adsorptionskältemaschine besteht aus einer Ad-/Desorber-Einheit, einem Verdampfer, einem Kondensator und/oder einer kombinierten Verdampfer/Kondensator-Einheit, die in einem gemeinsamen Behälter oder in getrennten Behältern untergebracht sind, welche dann mit Rohren o. ä. für die Kältemittelströmung miteinander verbunden sind. Der Vorteil der Sorptionmaschinen gegenüber konventioneller Wärmepumpentechnik liegt darin, dass der Ablauf der Adsorption/Desorption allein durch die Temperierung des Sorptionsmittels erfolgt. Somit kann der Behälter der Adsorptionsmaschine hermetisch und gasdicht abgeschlossen sein. Bei Verwendung von beispielsweise Wasser als Kältemittel arbeitet die Adsorptionskältemaschine vorzugsweise im Unterdruckbereich. Dies führt durch die sehr geringe Dichte des Kältemittels im Unterdruckbereich teilweise zu sehr hohen Strömungsgeschwindigkeiten (beispielsweise 25 m/s – 100 m/s, oder größer) des dampfförmigen Kältemittels. Dementsprechend sind die Dampfströmungen innerhalb einer Adsorptionsmaschine sorgfältig auszulegen, um unnötige Druckverluste der Dampfströmung zu vermeiden.

Die in einer Adsorptionsmaschine stattfindende Adsorption beschreibt einen physikalischen Prozess, bei dem sich ein gasförmiges Kältemittel (beispielsweise Wasser) an einen Feststoff anlagert, wobei bei der Anlagerung Energie von dem Kältemittel auf den Feststoff übertragen wird. Die Desorption des Kältemittels, das heißt das Lösen des Kältemittels von dem Feststoff, benötigt wiederum Energie. In einer Adsorptionskältemaschine wird das Kältemittel, welches bei niedriger Temperatur und niedrigem Druck Wärme aufnimmt und bei höherer Temperatur und höherem Druck Wärme abgibt, so gewählt, dass mit der Ad- beziehungsweise Desorption eine Aggregatzustandsänderung einhergeht. Als Adsorptionsmittel sind im Stand der Technik Stoffe beschrieben, die feinporös sind und demzufolge eine sehr große innere Oberfläche besitzen. Vorteilhafte Materialien sind Aktivkohle, Zeolithe, Aluminiumoxid oder Silikagel, Aluminiumphosphate, Silika-Aluminiumphosphate, Metall-Silika-Aluminiumphosphate, Mesostruktur Silikate, Metall-organische Gerüste und/oder mikroporöses Material, umfassend mikroporöse Polymere.

Im Prozess der Adsorptionsmaschine muss die Adsorptionswärme und die Kondensationswärme aus der Anlage abgeführt werden. Dies geschieht in der Regel über ein strömendes Wärmeträgermedium, das diese Wärme zu einer Wärmesenke transportiert, z.B. zu einem Rückkühlwerk, welches die Wärme an die Umgebungsluft abgibt. Wird jedoch die Adsorptionswärme und/oder die Kondensationswärme nicht bzw. schlecht abgeführt, würden die Temperaturen und damit die Drücke innerhalb der Adsorptionsmaschine steigen und der Adsorptionsprozess käme zum Erliegen. Somit kann der Wirkungsgrad einer Adsorptionsmaschine durch eine verbesserte Wärmeübertragung erheblich erhöht werden, was zwangsläufig auch die Wirtschaftlichkeit der Anlage verbessert.

Im Stand der Technik sind unterschiedliche Sorptionsmaschinen offenbart, bei denen das Wärmeträgermedium in der Regel durch einen Strang mit Wärmetauschern (Adsorber oder Kondensator), Hydraulik-Verrohrung, Hydraulik-Komponenten (z.B. Ventile) fließt. So beschreibt beispielsweise die DE 3207 435 A1 eine Steuer- und Regeleinrichtung für eine Sorptionswärmepumpe. Die Steuer- und Regeleinrichtung misst die Temperatur in dem Kreislauf eines Verbraucherfluids und stellt abhängig von der Temperatur die Volumenströme ein. Die Regelung der Ströme erfolgt über ein im Stand der Technik bekanntes 3-Wege-Ventil.

Die Druckschrift EP 0 152 931 offenbart eine Generator-Absorptionswärmepumpen-Heizanlage und ein Verfahren zum Betreiben einer Generator-Absorptionswärmepumpen-Heizanlage für die Raumheizung, Warmwasserbereitung und dergleichen. In die Absorptionswärmepumpe ist ein Umschaltventil integriert, wodurch das Wärmeträgerfluid abwechselnd zu einem Adsorber und Kondensator geleitet wird.

Bei den im Stand der Technik offenbarten Sorptionsmaschinen wird der Gesamtvolumenstrom des vom Rückkühler kommenden Wärmeträgermediums üblicherweise in einen Volumenstrom, der durch den Adsorber geht und in einen Volumenstrom, der durch den Kondensator führt, aufgeteilt. Speziell zum Ende der Rückkühlphasen können sich so, je nach Volumenstromaufteilung unterschiedliche Temperaturen des Adsorbers und des Kondensator einstellen. Es kann jedoch vorteilhaft sein, in Abhängigkeit von Betriebspunkt, Betriebsweise, eingebauten Komponenten oder Anlagenkonfiguration, den Adsorber und/oder Kondensator gleich oder ungleich zu kühlen.

Um dies zu erreichen, wird im Stand der Technik das von dem Rückkühler kommende Wärmeträgerfluid zwischen dem Adsorber und Kondensator aufgeteilt und parallel durch den Adsorber und Kondensator geleitet, wobei hierbei der Gesamtvolumenstrom konstant bleibt. Je nach auftretenden Druckverlusten innerhalb des Adsorbers und Kondensators, sowie der dazugehörigen Rohrstrecken und Hydraulikkomponenten (z. B. Ventile), verteilt sich der Volumenstrom in der Form auf beide Stränge, so dass in beiden Strängen der gleiche Druckverlust anliegt. Mit einer Auslegung der Druckverluste der Stränge kann immer nur sehr ungenau für einen bestimmten Betriebspunkt eine Anpassung vorgenommen werden – eine gewollte Feinabstimmung ist nicht möglich, da beispielsweise handelsübliche Rohrnennweiten oder Ventilgrößen nur in Abstufungen bezüglich der Durchmesser erhältlich sind. Wenn in der Installation beide Stränge exakt vorgegebene Druckverluste erreichen, ist eine Änderung des Auslegungsvolumenstromes nicht möglich, ohne gleichzeitig die Höhe der Druckverluste zu beeinflussen. Die im Stand der Technik offenbarten Sorptionsmaschinen, ermöglichen keine gezielte Anpassung beziehungsweise Optimierung der Aufteilung des Volumenstroms, wodurch auch keine höhere Leistung oder besserer Wirkungsgrad erzielbar ist.

Aufgabe der Erfindung war es demgemäß eine variable Aufteilung der Volumenströme zwischen Adsorber und Kondensator zu erreichen, wobei nicht die Nachteile des Standes der Technik entstehen und eine Verbesserung der Leistung von Sorptionsmaschinen erreicht wird.

Die Aufgabe wird überraschenderweise durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Es war überraschend, dass die Verwendung eines druckreduzierenden Elementes zum Aufteilen von Volumenströmen in einer Sorptionsmaschine bereit gestellt werden kann und bei der Aufteilung nicht die im Stand der Technik beschriebenen Nachteile entstehen. Im Sinne der Erfindung wird ein Gesamtvolumenstrom von einer Rückkühleinrichtung kommend, in mindestens zwei Volumenströme aufgeteilt. Ein erster Volumenstrom fließt durch mindestens ein Rohr einer ersten Rohrstrecke in oder durch einen Kondensator und ein zweiter Volumenstrom durch mindestens ein Rohr einer zweiten Rohrstrecke in einen oder durch einen Adsorber. Hierbei weist mindestens eine der beiden von der Rückkühleinrichtung kommenden oder der beiden zu dieser zurückführenden Rohre bzw. Rohrstrecken mindestens ein druckreduzierendes Element auf. Vorteilhafterweise weisen hierdurch die beiden Rohrstrecken bzw. Rohre im Wesentlichen unterschiedliche Druckverlustbeiwerte auf. Es ist vorteilhaft und überraschend, dass das druckreduzierende Element das Verhältnis der Druckverlustbeiwerte beider Rohrstrecken beeinflussen kann; so kann das druckreduzierende Element überraschenderweise die Druckverlustbeiwerte der beiden Rohrstrecken bzw. Wege anpassen und/oder festlegen. Durch die Verwendung des druckreduzierenden Elementes ist es möglich, je nach Betriebspunkt, Betriebsweise, eingebauter Komponente oder Anlagenkonfiguration, die Volumenströme zwischen Adsorber beziehungsweise Kondensator aufzuteilen bzw. eine Anpassung oder Abstimmung der Druckverlustbeiwerte der Rohrstrecken vorzunehmen, ohne hierfür apparativ eine Veränderung vornehmen zu müssen. Es kann so eine apparativ einfache und kostengünstige Verteilung der Volumenströme zwischen bevorzugt Adsorber und Kondensator bzw. eine Abstimmung der Druckverlustbeiwerte in den Rohrstrecken erreicht werden. Die Volumenströme bzw. die Druckverlustbeiwerte können an verschiedene Randbedingungen, Betriebsphasen und/oder Betriebsweisen oder

sogar an eingebaute Komponenten angepasst werden. Das druckreduzierende Element ermöglicht eine einfache Aufteilung des Volumenstromverhälnisses zwischen bevorzugt Adsorber und Kondensator, wobei hierdurch insbesondere eine unterschiedliche Kühlung von Adsorber und Kondensator erreicht wird. Einem Fachmann ist bekannt, dass der Druckverlust die durch Wandreibung und innere Fluidreibung in Rohrleitungen entstehende Druckdifferenz bezeichnet. Das bedeutet, dass bedingt durch mindestens ein druckreduzierendes Element, der Druckverlust in den beiden von dem Rückkühler kommenden Strängen bevorzugt nicht-identisch ist, das heißt, die Rohrstrecken oder die Volumenströme weisen im Wesentlichen einen unterschiedlichen Druckverlust beziehungsweise unterschiedliche Druckverlustbeiwerte auf. Die Formulierung „im Wesentlichen" stellt für den Fachmann im Hinblick auf den Druckverlust keine unklare Formulierung dar, da er durch die Gesamtoffenbarung der erfindungsgemäßen Lehre erkennt, dass der Druckverlust bevorzugt in beiden Volumenströmen unterschiedlich ist und diese Formulierung selbstverständlich kleine sowie große Druckverluste gleichermaßen erfasst. Die unterschiedlichen Drücke sind beispielsweise durch im Stand der Technik beschriebene Messverfahren bestimmbar. Dem Fachmann ist der Begriff des Druckverlustbeiwertes bekannt und er weiß, wie er ihn Verbindung mit der erfindungsgemäßen Lehre zu verstehen hat. Es kann bevorzugt sein, dass mehr als ein druckreduzierendes Element in die vom Rückkühler kommenden Rohre oder Rohrstränge bzw. Rohrstrecken integriert wird. Vorteilhafterweise können die druckreduzierenden Elemente auch in die von dem Adsorber und/oder Kondensator kommenden Rohre eingebaut werden (die zu dem Rückkühler oder Rückkühleinrichtung zurückführenden Rohre). Dies kann insbesondere in Mehrkammer-Adsorptionsmaschinen vorteilhaft sein.

Der Fachmann weiß, dass Betriebspunkte bestimmte Punkte im Kennfeld oder auf der Kennlinie eines technischen Gerätes, bevorzugt einer Sorptionsmaschine, besonders bevorzugt einer Adsorptionskältemaschine oder Adsorptionswärmemaschine bezeichnen können, die aufgrund der Systemeigenschaften und einwirkenden äußeren Einflüsse und Parameter eingenommen werden. Beispiele hierfür sind die Temperaturen der Wärmesenken und Quellen oder Gesamtvolumenströme im Rückkühlkreis im Verdampfer oder Desorberstrang.

Unter einem Volumenstrom versteht der Fachmann insbesondere das Volumen eines Mediums, das sich innerhalb einer Zeiteinheit durch einen Querschnitt insbesondere eines Rohres oder einer Rohrstrecke bewegt. Folglich umfasst der Gesamtvolumenstrom vor allem die Gesamtheit der Volumenströme bevorzugt in einer Maschine.

Die Betriebsweise bezeichnet im Sinne der Erfindung bevorzugt die Art und Weise der Betriebsführung der Maschine. Beispiele hierfür sind die Adaption der Zyklenzeiten der Sorptionsmaschine, das heißt, durch kurze Zyklenzeiten kann die Leistung der Maschine erhöht werden, wohingegen längere Zyklenzeiten zu einem höheren Wirkungsgrad führen.

Die eingebauten Komponenten können beispielsweise Adsorber-Wärmetauscher bezeichnen, die mit gleichem Druck aber unterschiedlichen Adsorptionsmaterial versehen sind. Das Adsorptionsmaterial kann vorteilhafterweise unterschiedlich appliziert sein, das heißt es kann sich um eine Schüttung, eine Klebung und/oder Kristallisation handeln. Durch diese unterschiedlichen Applizierungsarten kann die Adsorptionsmaschine an unterschiedliche Anforderungen angepasst werden. So kann die Maschine an den Standort oder das Kältemittel angepasst werden. Außerdem ist die Schichtdicke des Adsorptionsmaterials für die Leistung der Adsorptionsmaterials entscheidend.

Die Anlagenkonfiguration bezeichnet im Sinne der Erfindung bevorzugt die Konfiguration der Maschine, das heißt beispielsweise die interne hydraulische Verschaltung der Komponenten der Maschine, die interne kältemittelseitige Verschaltung der Komponenten oder den geänderten Grundaufbau des Maschine (z. B. Anzahl der Adsorber, Betrieb des Verdampfers, des Kondensators, usw.).

Ein Rückkühler oder eine Rückkühlvorrichtung bezeichnet im Sinne der Erfindung insbesondere eine Vorrichtung, um bevorzugt das Wärmeträgerfluid zu kühlen, das heißt die aufgenommene Energie auf ein anderes Fluid oder Medium abzuführen. Ein Rückkühler kann beispielsweise einen Erdwärmetauscher, ein Schwimmbad, einen Brunnen oder eine sonstige Vorrichtung zum Kühlen oder zur Aufnahme der Wärmeenergie umfassen. Der durch die Maschine strömende Volumenstrom ist bevorzugt ein Wärmeträgerfluid, das heißt ein Fluid, das Energie in Form von Wärme aufnehmen und abgeben kann. Bevorzugte Wärmeträgerfluide umfassen

Wasser oder Sole. Diese sind besonders umweltfreundlich und günstig von der Anschaffung. Außerdem sind die Fleißeigenschaften von Wasser und Sole für eine Sorptionsmaschine optimal. Zudem bezeichnen beide einen großen Wärmespeicher, wobei die Wärme ebenfalls schnell wieder abgegeben werden kann.

Das druckreduzierende Element kann vorteilhafterweise so reguliert oder eingestellt werden, dass beispielsweise am Anfang oder Ende einer Betriebsphase, ein Strang bevorzugt gar nicht mehr durchströmt wird und der gesamte Volumenstrom in den verbleibenden Strang strömt. Somit kann ein Bauteil oder eine Komponente schnell und wirksam gekühlt werden und die Leistung beziehungsweise der Wirkungsgrad der Sorptionsmaschine wird wesentlich verbessert. Dies stellt eine Abkehr vom technisch Üblichen dar und eröffnet ein neues technisches Gebiet, da durch die Verwendung des druckreduzierenden Elementes keine apparativen Anpassungen an unterschiedliche Betriebsweisen einer Sorptionsmaschine, bevorzugt einer Adsorptionsmaschine mehr nötig sind. Dies führt wiederum zu einer Verminderung der Herstellungskosten und zu einer universellen Einsetzbarkeit der Maschinen.

Das druckreduzierende Element wird vorteilhafterweise derart in ein Rohr integriert, dass der Querschnitt der Strömung reduziert wird und so eine variable Anpassung des Volumenstroms möglich ist. Überraschenderweise erzeugt das druckreduzierende Element insbesondere in Adsorptionsmaschinen, umfassend Adsorptionswärmemaschinen und Adsorptionskältemaschinen einen besonders hohen Wirkungsgrad. Besonders bevorzugt sind Sorptionsmaschinen, in denen der Kondensator und/oder Adsorber Wärmetauscher sind. Der Wärmetauscher ist eine Vorrichtung, die thermische Energie bevorzugt von einem Stoffstrom auf einen anderen überträgt.

Vorteilhafterweise kann das druckreduzierende Element sowie für 1-Kammer-Systeme, beispielsweise mit 2 Adsorbern, aber auch für 2- oder Mehrkammer-Systeme mit jeweils nur einem Adsorber einer Sorptionsmaschine, beispielsweise einer Adsorptionsmaschine verwendet werden. Außerdem kann es einfach und schnell auf andere Typen von Sorptionsmaschinen angepasst werden. Die Maschinen müssen hierfür im Wesentlichen nicht apparativ verändert werden.

Das druckreduzierende Element ist bevorzugt eine Drossel, ein Ventil oder ein Absperrhahn. Die Elemente können in ein Rohr integriert sein und bewirken eine lokale Verengung des Strömungsquerschnittes. Vorteilhafterweise können unterschiedliche Ventile, die nach ihrer geometrischen Form eingeteilt werden können, in die Rohre integriert sein. Hierbei können Ventile umfassend Durchgangsventile, Eckventile, Schrägsitzventile und/oder Dreiwegeventile verwendet werden. Durch die Verwendung der Ventile lassen sich die Durchflussmengen in den Rohrleitungen exakt und präzise dosieren, sowie sicher gegen die Umgebung abschließen. Die Ventile können vorteilhafterweise per Hand, per Medium, maschinell oder elektromagnetisch betätigt werden und so eine exakte und sichere Regelung der Volumenströme ermöglichen. Eine Drossel ist im Sinne der Erfindung bevorzugt ein konisches Stück Rohr innerhalb einer Rohrleitung, wobei ebenfalls konzentrische oder exzentrische Reduzierungen bevorzugt sind.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das druckreduzierende Element eine Blende und/oder ein Einbauteil. Ein Einbauteil umfasst beispielsweise einen verringerten Querschnitt einer Verrohrung oder Teile der Verrohrung eines Stranges, ein T-Stück mit reduziertem Abgang oder eine Muffe, Blende, Fitting oder Mess-, Regel- oder Steuergerät mit reduziertem Querschnitt. Der Fachmann der Rheologie/Strömungslehre weiß, wie ein solches Einbauteil in ein Rohr integriert werden kann. Die druckreduzierenden oder querschnittsverringernden Elemente können vorteilhafterweise in ein oder mehrere Rohre integriert werden, wobei es vorteilhaft sein kann, diese einstellbar und variabel zu gestalten. Das bedeutet, die druckreduzierenden Elemente können regelbar oder selbstregelnd sein, wodurch bevorzugt zu jeder Zeit und Randbedingung die optimale oder bevorzugte Volumenstromaufteilung eingestellt werden kann, da der durchströmende Querschnitt der Rohre verringert oder vergrößert werden kann. Es kann so einfach aber effektiv das durch das Rohr strömende Volumen verändert werden. Die Einstellbarkeit des druckreduzierenden Elementes kann beispielsweise mittels eines Handhahns manuell realisiert werden. Es kann jedoch auch bevorzugt sein, dass die Einstellung des druckreduzierenden Elementes und so des durchströmten Rohrquerschnittes automatisch und/oder selbstregelnd verläuft. Hierbei kann das druckreduzierende Element mit Mess- und Steuervorrichtungen versehen sein, die beispielsweise den Druck in dem Rohr messen und basierend hierauf, die

Nennweite des Rohres, das heißt den Querschnitt des Rohres durch das druckreduzierende Element verändern.

Es kann somit bevorzugt sein, dass das druckreduzierende Element die Nennweite der Rohre oder des Rohres bzw. den Querschnitt des freien Durchflusses derart verändert, dass die Volumenströme mit unterschiedlichen und/oder gleichen Drücken in dem Wärmetauscher vorliegen, wobei der Wärmetauscher bevorzugt der Adsorber oder der Kondensator ist.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist mindestens eine Mess- und/oder Regelungsvorrichtung zwischen Rückkühler und Adsorber und/oder Kondensator verbaut. Die Vorrichtung misst insbesondere physikalische Eigenschaften des Volumenstroms, umfassend Temperatur, Druck und/oder Strömungsgeschwindigkeit. Die Vorrichtung ist vorteilhafterweise derart an mindestens einem Rohr befestigt, dass beispielsweise eine Messsonde in dem Rohr vorliegt und mit dem durch das Rohr strömenden Fluid in Kontakt steht. Die gemessenen Größen werden digitalisiert und als Daten ausgegeben. Vorteilhafterweise ist es auch möglich, die gemessenen Daten zu speichern und für Vergleichsversuche heranzuziehen, wodurch eine Optimierung der Sorptionsmaschine möglich ist. Es kann bevorzugt sein, dass die gemessenen Daten – die sogenannten Ist-Werte – mit vorgegeben Soll-Werten verglichen werden und eine ggf. bestehende Differenz dazu führt, dass die Regelungsvorrichtung bevorzugt die Rohrnennweite bzw. den Querschnitt des freien Durchflusses über das druckreduzierende Element variiert. Es ist so ein kontinuierlicher und im Wesentlichen störungsfreier Betrieb der Maschine möglich. Außerdem kann die Maschine schnell und einfach an unterschiedliche Betriebsweisen angepasst werden. Hierfür entsprechen die Soll-Werte bevorzugt Werten, die eine bestimmte Betriebsweise definieren.

Die technische Aufgabe wird ebenfalls durch die Verwendung eines druckreduzierenden Elementes gelöst, welches zum Aufteilen von Volumenströmen in insbesondere einer Adsorptionsmaschine genutzt wird. Hierbei wird ein Gesamtvolumenstrom, der von einer Rückkühleinrichtung kommt, in mindestens zwei Volumenströme aufgeteilt, wobei ein erster Volumenstrom durch mindestens ein Rohr einer ersten Rohrstrecke in einen Kondensator und ein zweiter Volumenstrom durch mindestens ein weiteres Rohr einer zweiten Rohrstrecke in

einen Adsorber strömt. Mindestens eine der beiden von der Rückkühleinrichtung kommenden oder der beiden zu dieser zurückführenden Rohre bzw. Rohrstrecken, weist mindestens ein druckreduzierendes Element auf. Vorteilhafterweise weisen die beiden Rohrstrecken einen im Wesentlichen unterschiedlichen Druckverlustbeiwert auf. Es war völlig überraschend, dass ein druckreduzierendes Element, welches mindestens in ein Rohr oder einer Rohrstrecke einer Adsorptionsmaschine, bevorzugt einer Adsorptionskältemaschine, ganz besonders bevorzugt einer Adsorptionswärmemaschine, die Volumenströme zwischen Adsorber und Kondensator aufteilen kann und so die Betriebsweise der Maschine einfach und schnell an unterschiedliche Anforderungen anpassbar ist. Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass die ein druckreduzierendes Element aufweisende Adsorptionsmaschine universell einsetzbar ist und an unterschiedlichen Standorten und bei unterschiedlichen Außentemperaturen betrieben werden kann. Das druckreduzierende Element verringert bevorzugt die Nennweite oder den Querschnitt des freien Durchflusses mindestens eines Rohres, wobei das Element selbstregulierend ist oder reguliert werden kann. Es hat sich weiterhin gezeigt, dass das Element nachträglich in die Adsorptionsmaschinen einbaubar ist und hierdurch nur geringe Kosten entstehen, d. h. die Maschine kann vorteilhafterweise einfach und günstig um ein oder mehrere Elemente ergänzt werden. Außerdem war es überraschend, dass bedingt durch das druckreduzierende Element und die Aufteilung der Volumenströme, die Bestandteile der Adsorptionsmaschine umfassend Adsorber oder Kondensator weniger gewartet werden müssen, da die Bestandteile effizienter und schonender genutzt werden.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Aufteilen von Volumenströmen in einer Sorptionsmaschine, wobei ein Gesamtvolumenstrom von einer Rückkühleinrichtung kommend, in mindestens zwei Volumenströme aufgeteilt ist, und ein erster Volumenstrom durch mindestens ein Rohr einer ersten Rohrstrecke in einen Kondensator und ein zweiter Volumenstrom durch mindestens ein Rohr einer zweiten Rohrstrecke in einen Adsorber strömt, wobei mindestens eine der beiden von der Rückkühleinrichtung kommenden oder der beiden zu dieser zurückführenden Rohrstrecken mindestens ein druckreduzierendes Element aufweist und die beiden Rohrstrecken einen im Wesentlichen unterschiedlichen Druckverlustbeiwert aufweisen. Durch die Integration eines druckreduzierenden Elementes können die Volumenströme einfach zwischen bevorzugt dem Adsorber

und Kondensator aufgeteilt werden. Es kann jedoch auch bevorzugt sein, dass der Druck oder die Druckverlustbeiwerte in beiden Strängen oder Rohrstrecken bzw. Rohren identisch ist. Vorteilhafterweise ist der Volumenstrom zwischen Adsorber und Kondensator derart aufgeteilt, dass die beiden Volumenströme bzw. Rohrstrecken einen im Wesentlichen unterschiedlichen Druckverlust bzw. Druckverlustbeiwert aufweisen. Es war völlig überraschend, dass durch mindestens ein druckreduzierendes Element eine Aufteilung sowie eine Beeinflussung bzw. Anpassung oder Abstimmung der Volumenströme und eine Anpassung oder Abstimmung der Druckverlustbeiwerte erreicht werden kann und sich hierdurch der Wirkungsgrad der Sorptionsmaschine, bevorzugt der Adsorptionsmaschine verbessert.

Die Erfindung soll im Folgenden anhand von Figuren beispielhaft erläutert werden, ohne jedoch auf diese beschränkt zu sein. Es zeigen:

Fig. 1 Rückkühlstränge einer Adsorptionswärmepumpe

Fig. 2 Druckreduzierende Elemente in den Rückkühlsträngen

Fig. 3 Druckreduzierende Elemente in den Rückkühlsträngen unter Berücksichtigung des Wärmequellenstranges

Fig. 1 zeigt exemplarisch die Rückkühlstränge einer im Stand der Technik offenbarten Adsorptionswärmepumpe. Die Rückkühlstränge bezeichnen die von dem Rückkühler 11 kommenden Rohre 9 oder Stränge oder Rohrstrecken und die dargestellten Pfeile stellen die bevorzugte Strömungsrichtung des Wärmeträgerfluids dar. Nach der Adsorption des Kältemittels, wird Energie in Form von Wärme von dem Kältemittel auf das Wärmeträgerfluid, beispielsweise Wasser übertragen. Das erwärmte Wärmeträgerfluid muss anschließend gekühlt werden, da ansonsten der thermodynamische Prozess der Wärmeübertragung zum Erliegen käme und somit das Kältemittel nur schwer zu adsorbieren ist. Die Kühlung des Wärmeträgers kann beispielsweise in einem Rückkühler 11 erfolgen, in dem die Wärme des Wärmeträgers auf einen anderen Wärmeempfänger übertragen wird.

Als potentieller Wärmeempfänger können beispielsweise Luft (ein Luftstrom 10) oder Wasser dienen (trockene oder nasse Kühltechnik). Der gekühlte Wärmeträger strömt aus dem Rückkühler 11 durch die Rohre 9 oder Rohrstrecken (durch zwei Stränge) parallel in den Adsorber 13 und den Kondensator 14, wobei der Volumenstrom des Wärmeträgers aufgeteilt wird, jedoch der Gesamtvolumenstrom konstant bleibt. Es kann weiterhin eine Wärmequelle 12 mit dem Wärmeträgerkreislauf verbunden sein. Der Anschluss der Wärmequelle 12 ist optional in Form von gestrichelten Linien dargestellt. Die gestrichelten Linien stellen, wie die ununterbrochenen Linien Rohre 9, beziehungsweise Rohrstränge dar. Der Wärmeträger strömt nachdem er im Adsorber 13 Wärme aufgenommen hat, bevorzugt in die Wärmequelle 12, wo er die Wärme abgeben kann. Die Wärme kann beispielsweise zur Klimatisierung genutzt werden. Abhängig von den auftretenden Druckverlusten innerhalb des Adsorbers 13 und Kondensators 14, sowie der dazugehörigen Rohrstrecken und Hydraulikkomponenten (z. B. Ventile) 16, verteilt sich der Volumenstrom in der Form auf beide Stränge, dass in beiden Strängen, d. h. in Adsorber 13 und Kondensator 14, der gleiche Druckverlust anliegt. Der Volumenstrom kann folglich über die Druckverluste zwischen dem Adsorber 13 und Kondensator 14 aufgeteilt werden. Dies stellt jedoch eine sehr ungenaue Methode dar, die nur empirisch optimiert werden kann. Außerdem kann mit der Auslegung der Druckverluste der Stränge nur eine unzureichende Anpassung der Volumenströme an einen bestimmten Betriebspunkt vorgenommen werden – eine gewollte Feinabstimmung ist nicht möglich, da beispielsweise handelsübliche Rohrnennweiten oder Ventilgrößen nur in Abstufungen bezüglich der Durchmesser erhältlich sind. Es kann hierüber keine optimale Verteilung des Volumenstroms erreicht werden.

Fig. 2 zeigt eine Integration von druckreduzierenden Elementen in die Rückkühlstränge. Nach Kühlung des Wärmeträgerfluids in dem Rückkühler 11 durch bevorzugt einen Luftstrom 10, strömt der Wärmeträger in den Adsorber 13 und den Kondensator 14. In dem Adsorber 13 nimmt der Wärmeträger bevorzugt Wärme von dem adsorbierten Kältemittel auf und beschleunigt so dessen Adsorption. In dem Kondensator 14 kann der Wärmeträger die Kondensation des Kältemittels katalysieren und ebenfalls Wärme von diesem aufnehmen. Um die Volumenströme des Wärmeträgers aus dem Rückkühler 11 an bevorzugt die Betriebsweise der Sorptionsmaschine, insbesondere Adsorptionsmaschine anzupassen, wird

mindestens ein druckreduzierendes Element 15 in ein oder mehrere Rohre 9 oder Rohrstrecken integriert, wodurch die Rohrstrecken unterschiedliche Druckverlustbeiwerte aufweisen. Bevorzugt ist der Einbau von mindestens einem Element 15 in mindestens ein von dem Rückkühler 11 kommendes Rohr 9 oder Rohrstrecke oder Rohrstränge, wobei es auch vorteilhaft sein kann, jeweils ein druckreduzierendes Element 15 in beide Rohrstränge einzubauen oder mehrere druckreduzierende Elemente 15 in den Strängen, die von dem Adsorber 13 beziehungsweise Kondensator 14 kommen zu verbauen. Hierdurch kann der Volumenstrom, der in den Adsorber 13 und in den Kondensator 14 strömt, variiert werden. Das bedeutet, der Adsorber 13 und der Kondensator 14 können bevorzugt an die Betriebsweise der Sorptionsmaschine oder Adsorptionsmaschine angepasst und folglich unterschiedlich gekühlt werden. Durch diese einfache aber effektive Anpassung der Volumenströme kann der Wirkungsgrad erheblich verbessert werden. Bedingt durch die Integration der druckreduzierenden Elemente 15 weisen die Volumenströme, die in den Adsorber 13 beziehungsweise den Kondensator 14 strömen, einen im Wesentlichen unterschiedlichen Druckverlust auf. Die druckreduzierenden Elemente 15 können vorteilhafterweise in jedes Rohr 9 einer Soptionsmaschine, insbesondere Adsorptionsmaschine integriert werden.

Fig. 3 zeigt druckreduzierende Elemente in den Rückkühlsträngen unter Berücksichtigung des Wärmequellenstranges. Das Wärmeträgerfluid strömt nach Kühlung in dem Rückkühler 11 durch bevorzugt einen Luftstrom 10 durch die Rohre 9 in den Adsorber 13 und Kondensator 14. Adsorber 13 und Kondensator 14 sind bevorzugt parallel geschaltet, können jedoch auch in Serie geschaltet vorliegen. Das gekühlte Wärmeträgerfluid nimmt in dem Adsorber 13 und Kondensator 14 Wärme von einem Kältemittel auf und wird anschließend von dem Rückkühler 11 gekühlt, indem die aufgenommene Wärme an einen Wärmeempfänger abgegeben wird. Es kann jedoch auch bevorzugt sein, dass das erwärmte Wärmeträgerfluid nach Wärmeaufnahme in eine Wärmequelle 12 geleitet wird und dort die Wärme abgibt. Die Wärmequelle 12, das heißt die abgegebene Wärme, kann beispielsweise zur Gebäudeklimatisierung genutzt werden. Vorteilhafterweise ist die Wärmequelle 12 über Hydraulikkomponenten 16 von dem Kreislauf des Wärmeträgerfluids getrennt und kann bei Bedarf zugeschaltet werden. Hydraulikkomponenten umfassen Ventile, Kugelhähne oder Pumpen. Es ist somit möglich, das erwärmte Wärmeträgerfluid entweder in den Rückkühler 11 oder die

Wärmequelle 12 zu leiten. Es kann jedoch auch vorteilhaft sein, ausschließlich das erwärmte Wärmeträgerfluid aus dem Adsorber 13 und nicht aus dem Kondensator 14 in die Wärmequelle 12 zu leiten. Druckreduzierende Elemente 15 können vorteilhafterweise in den Strang von dem Rückkühler 11 kommend vor den Adsorber 13 und/oder Kondensator 14 integriert werden. Vorteilhafterweise strömt das Wärmeträgerfluid nach Durchlauf der Wärmequelle 12 nicht durch die druckreduzierende Elemente 15, das heißt die Hydraulikkomponente 16 ist bevorzugt derart angeordnet, dass das aus der Wärmequelle 12 kommende Wärmeträgerfluid direkt in den Adsorber 13 strömt. Weiterhin kann es bevorzugt sein, druckreduzierende Elemente 15 in den oder die von dem Adsorber 13 und/oder Kondensator 14 kommende Stränge einzubauen.

Bezugszeichenliste

9	Rohre
10	Luftstrom
11	Rückkühler
12	Wärmequelle
13	Adsorber
14	Kondensator
15	druckreduzierendes Element
16	Hydraulikkomponenten

Patentansprüche

1. Verwendung eines druckreduzierenden Elementes zum Aufteilen von Volumenströmen in einer Sorptionsmaschine,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Gesamtvolumenstrom von einer Rückkühleinrichtung kommend, in mindestens zwei Volumenströme aufgeteilt ist, wobei ein erster Volumenstrom durch mindestens ein Rohr einer ersten Rohrstrecke in einen Kondensator und ein zweiter Volumenstrom durch mindestens ein Rohr einer zweiten Rohrstrecke in einen Adsorber strömt, wobei mindestens eines der beiden von der Rückkühleinrichtung kommenden oder der beiden zu dieser zurückführenden Rohre mindestens ein druckreduzierendes Element aufweist.

2. .Verwendung eines druckreduzierenden Elementes nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, dass
die beiden Rohrstrecken im Wesentlichen unterschiedliche Druckverlustbeiwerte aufweisen.

3. Verwendung eines druckreduzierenden Elementes nach Anspruch 1 oder 2
dadurch gekennzeichnet, dass
der Kondensator und Adsorber Wärmetauscher sind.

4. Verwendung eines druckreduzierenden Elementes nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass
der Volumenstrom ein Wärmeträgerfluid, umfassend Wasser, ist.

5. Verwendung eines druckreduzierenden Elementes nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass
das druckreduzierende Element eine Drossel, ein Ventil oder ein Absperrhahn ist.

6. Verwendung eines druckreduzierenden Elementes nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass
das druckreduzierende Element eine Blende und/oder ein Einbauteil ist.

7. Verwendung eines druckreduzierenden Elementes nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass
das druckreduzierende Element einstellbar und variabel ist.

8. Verwendung eines druckreduzierenden Elementes nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das druckreduzierende Element den Querschnitt des freien Durchflusses derart verändert, dass die Volumenströme mit unterschiedlichen und/oder gleichen Drücken in dem Wärmetauscher vorliegen.

9. Verwendung eines druckreduzierenden Elementes nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das mindestens eine Mess- und/oder Regelungsvorrichtung zwischen Rückkühler und Adsorber und/oder Kondensator verbaut ist.

10. Verwendung eines druckreduzierenden Elementes nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche zum Aufteilen von Volumenströmen in insbesondere einer Adsorptionsmaschine,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Gesamtvolumenstrom von einer Rückkühleinrichtung kommend, in mindestens zwei Volumenströme aufgeteilt ist, wobei ein erster Volumenstrom durch mindestens ein Rohr einer ersten Rohrstrecke in einen Kondensator und ein zweiter Volumenstrom durch mindestens ein Rohr einer zweiten Rohrstrecke in einen Adsorber strömt, wobei mindestens eine der beiden von der Rückkühleinrichtung kommenden oder der beiden zu dieser zurückführenden Rohre mindestens ein druckreduzierendes Element aufweist.

11. Verwendung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
die beiden Rohrstrecken im Wesentlichen unterschiedliche Druckverlustbeiwerte aufweisen.

12. Verfahren zum Aufteilen von Volumenströmen in einer Sorptionsmaschine,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Gesamtvolumenstrom von einer Rückkühleinrichtung kommend, in mindestens zwei Volumenströme aufgeteilt ist, wobei ein erster Volumenstrom durch mindestens ein Rohr einer ersten Rohrstrecke in einen Kondensator und ein zweiter Volumenstrom durch mindestens ein Rohr einer zweiten Rohrstrecke in einen Adsorber strömt, wobei mindestens eine der beiden von der Rückkühleinrichtung kommenden oder der beiden zu dieser zurückführenden Rohre mindestens ein druckreduzierendes Element aufweist, womit das Verhältnis der Druckverlustbeiwerte der beiden Rohrstrecken beeinflussbar ist.

Fig. 1

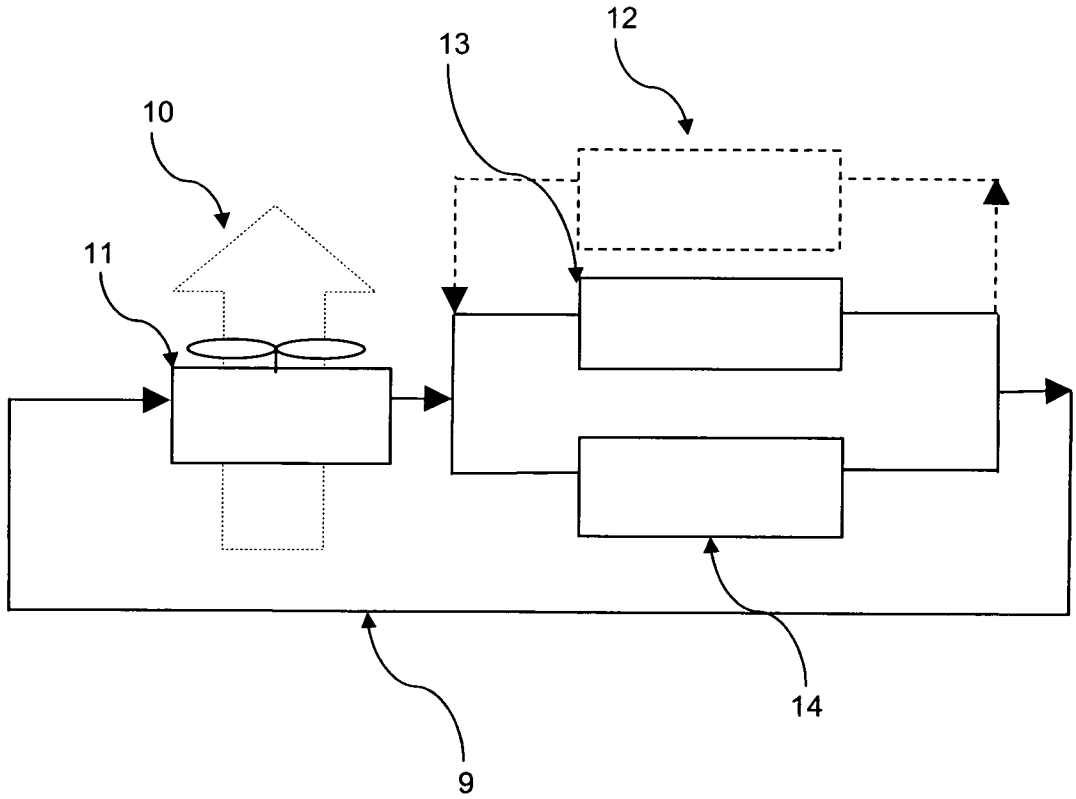


Fig. 2

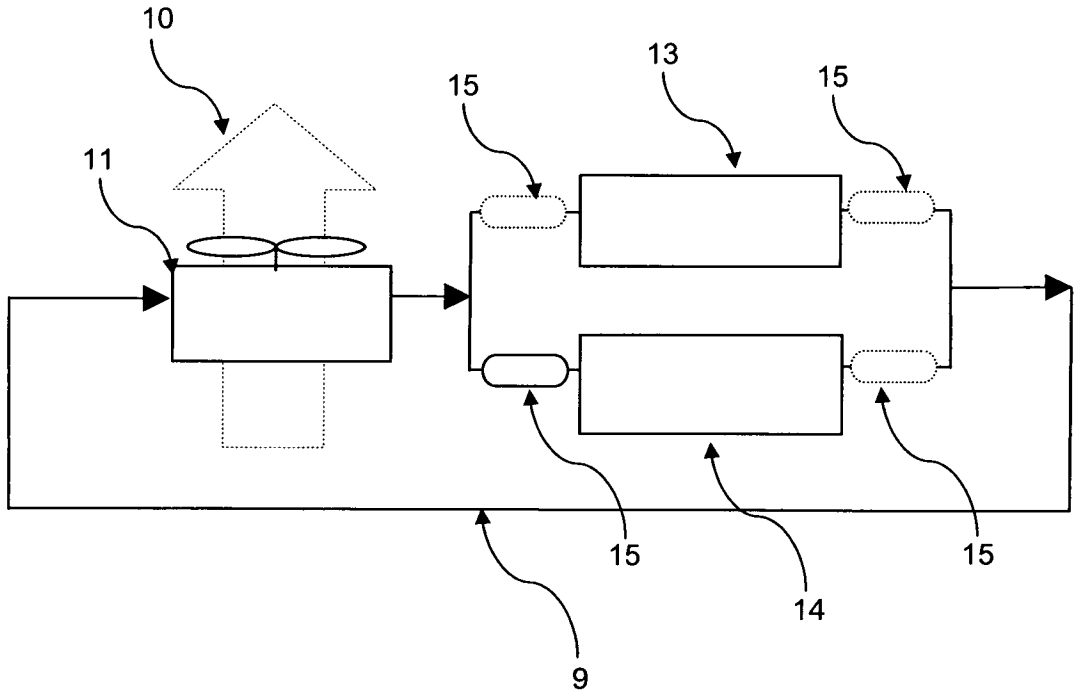


Fig. 3

