



(10) **DE 10 2006 055 280 B4** 2013.09.19

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 055 280.6**

(22) Anmeldetag: **23.11.2006**

(43) Offenlegungstag: **31.05.2007**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **19.09.2013**

(51) Int Cl.: **F25B 17/08 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
094141639 **28.11.2005** **TW**

(73) Patentinhaber:
**Industrial Technology Research Institute,
Chutung, Hsinchu, TW**

(74) Vertreter:
**PATENTANWÄLTE CHARRIER RAPP & LIEBAU,
86150, Augsburg, DE**

(72) Erfinder:
**Wang, Chih-Cheng, Chutung, Hsinchu, TW;
Chang, Wen-Shih, Chutung, Hsinchu, TW; Hsieh,
Chen-Chou, Chutung, Hsinchu, TW; Jang,
Wen, Chutung, Hsinchu, TW; Shen, Biing-You,
Chutung, Hsinchu, TW**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE **195 45 450** **A1**
JP **2006- 125 713** **A**

(54) Bezeichnung: **Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit**

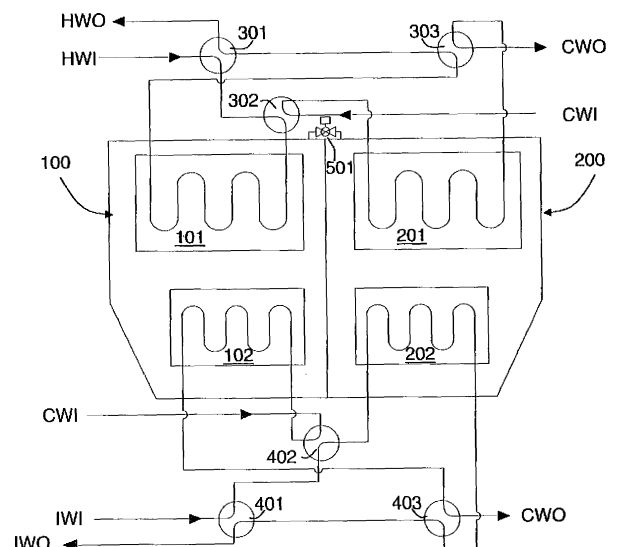
(57) Hauptanspruch: Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit mit einem Wärmerückgewinnungssystem und einem Masserückgewinnungssystem, wobei das Wärmerückgewinnungssystem zur Änderungen der Strömungsrichtung in der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit bei unterschiedlichen Zuständen mit einer Fluidseite der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit verbunden ist, und ferner aufweist:

einen mit einer linken Adsorptionsaufnahme (101) und einer rechten Adsorptionsaufnahme (201) der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit verbindbaren oberen Ventilsatz, der eingerichtet ist, um zur Änderung seiner Strömungsrichtung entsprechend eines Betriebszustands der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit umgangen zu werden;

einen mit einem linken und einem rechten Kondensator/Evaporator (102; 202) der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit verbindbaren unteren Ventilsatz, der eingerichtet ist, um zur Änderung seiner Strömungsrichtung entsprechend eines Betriebszustands der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit umgangen zu werden;

einen an jedem Auslass des oberen Ventilssatzes und des unteren Ventilssatzes vorgesehenen Umgehungsrohrsatz; und

wobei das Masserückgewinnungssystem mindestens einen Vakuumventilssatz enthält, der mit einer Vakuumseite der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit zum Ausgleichen des Drucks in der Vakuumseite verbunden ist.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit, im besonderen eine Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit, bei der eine Warmwasserquelle und eine Kaltwasserquelle kontrolliert umgangen werden, um die Kühlkapazität zu verbessern.

Hintergrund der Erfindung

[0002] In einer Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit wird eine poröse Substanz, beispielsweise Silikon, ein Molekularsieb, Aktivkohle, etc., als ein Adsorptionsmittel zum Adsorbieren großer Mengen von Kühlmitteldampf bei einer niedrigen Temperatur verwendet. Das Kühlmittel kann Wasser, Methanol, Ammoniak, etc. enthalten. Beim Verdampfungsprozess muss das Kühlmittel die benötigte latente Verdampfungswärme aus der äußeren Umgebung absorbieren, was zu einer verringerten Umgebungstemperatur führt. Das verdampfte Kühlmittel wird durch das Adsorptionsmittel adsorbiert. Wenn das Adsorptionsmittel den Zustand der Adsorptionssättigung erreicht, wird das Adsorbat vom Adsorptionsmittel mittels Heizen desorbiert. Das desorbierte Adsorptionsmittel wird dann gekühlt und zurück gewonnen. Die zum Zurückgewinnen des Adsorbats benötigte Wärme kann industrielle Abwärme oder erneuerbare Energie, beispielsweise Solarenergie, sein.

[0003] Auch wenn die Adsorptions-Kühleinheit aktuell noch nicht so weitgehend angenommen wird wie die herkömmlichen Kompressions-Kühleinheiten, ist sie umweltfreundlich und hat die folgenden Vorteile:

1. Es gibt mehrere Arten von Niedertemperaturflüssigkeiten, die zum flexiblen Einsatz in der Adsorptions-Kühleinheit verfügbar sind, einschließlich Zusammensetzungen von Nicht-Fluorchlorkohlenwasserstoffen (nicht-FCKW), beispielsweise Wasser, Methanol, Ammoniak, etc.
2. Die Adsorptions-Kühleinheit kann durch Verwendung von Sekundärenergie oder natürlicher Energie betrieben werden.
3. Die Adsorptions-Kühleinheit enthält keine beweglichen Komponenten und hat einen einfachen inneren Aufbau, um die Probleme der Lärm- und Vibrationserzeugung zu vermeiden.
4. Die Adsorptions-Kühleinheit hat einen geringen Betriebsverlust, eine lange Lebensdauer und ist einfach in Stand zu halten.

[0004] Aufgrund der oben genannten Vorteile hat die Adsorptions-Kühleinheit große Aufmerksamkeit erfahren.

[0005] Bei konventionellen Adsorptions-Kühleinheiten werden als Mittel der Systemsteuerung bzw. -re-

gelung normalerweise Schaltventile an Wasserzirkulationsrohren vorgesehen. Bei einem herkömmlichen Wärmerückgewinnungsprozess wird eine Warmwasserquelle an eine Adsorptionsmittelaufnahme geschaltet, in welcher die Adsorption gerade eben erst abgeschlossen wurde, so dass restliches Kühlwasser zu einer Kühlturmanlage zurückbefördert wird; und eine Kühlwasserquelle wird an eine andere Adsorptionsmittelaufnahme geschaltet, in welcher die Desorption gerade erst abgeschlossen wurde, so dass restliches Warmwasser zurück in den Warmwassertank geliefert wird. Wie auch immer, das herkömmliche Adsorptionskühlsystem weist in der praktischen Anwendung die folgenden Nachteile auf:

1. Es ist schwierig, die durch ungleichmäßige Wasserströmung verursachten Probleme zu vermeiden.
2. Zum Vorkühlen und Vorheizen wird eine längere Zeit benötigt.
3. Die Ausströmungstemperatur von Eiswasser wird in einem frühen Stadium der Adsorption erhöht.

[0006] Die JP 2006 125713 A betrifft eine Adsorptionsvorrichtung zur Warmwasserversorgung mit zwei Behältern mit jeweils zwei darin angeordneten Wärmetauschern, welche durch Rohrleitungen und zwischengeschaltete Ventilsätze zur Änderung der Strömungsrichtungen miteinander verbindbar sind. Auch ist dort ein Umgehungsrohrsatz mit zugehörigem Ventilsatz an den Auslässen der zwischengeschalteten Ventilsätze vorgesehen. Ein Druckausgleich zwischen den beiden Behältern der Wärmetauscher ist dort nicht offenbart.

[0007] Die DE 195 45 450 A1 betrifft eine Einrichtung zur Klimatisierung eines Fahrzeuginnenraumes eines elektrisch betriebenen, mit mindestens einem Bremswiderstand ausgerüsteten Fahrzeugs. Das Fahrzeug weist zwei Adsorber- oder Absorber-Wärmepumpenkreisläufe jeweils mit Verdampfer, Austreiber und Kondensator auf, wobei der Bremswiderstand als Heizquelle für den Austreiber dient, die dem Fahrzeuginnenraum zuzuführende Luft am Verdampfer abgekühlt wird und die Abwärme des Kondensators an die Außenatmosphäre abgeführt wird. Die beiden Wärmepumpenkreisläufe werden dort vollständig separat voneinander und bevorzugt phasenversetzt betrieben, so dass eine permanente Kühlung des Fahrzeuginnenraums sichergestellt ist. Eine Verknüpfung der beiden Wärmepumpenkreisläufe wäre dort somit kontraproduktiv.

[0008] Es ist deshalb eine vorrangige Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit bereit zu stellen, welche die durch ungleichmäßige Wasserströmung verursachten Probleme vollständig eliminiert.

[0009] Eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Festkörper-Adsorptions-Einheit bereit zu stellen, die eine erhöhte Ausströmungstemperatur von Eiswasser in einem frühen Stadium der Adsorption effektiv vermeidet.

[0010] Um die oben genannten und andere Aufgaben zu lösen, enthält die Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit entsprechend der vorliegenden Erfindung ein Wärmerückgewinnungssystem und ein Masserrückgewinnungssystem. Das Wärmerückgewinnungssystem enthält einen oberen Ventilsatz, einen unteren Ventilsatz und Umgehungsrohre. Diese Komponenten sind mit einer Fluidseite der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit verbunden. Demgegenüber ist das Masserrückgewinnungssystem mit einer Vakuumseite der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit verbunden.

[0011] Bei der erfindungsgemäßen Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit werden während eines Wärme- und eines Kälteenergieerückgewinnungsprozesses eine Warmwasserquelle bzw. eine Kaltwasserquelle gesteuert bzw. geregelt umgangen, so dass heißes Wasser bzw. Eiswasser daran gehindert werden, in eine Adsorptionsaufnahme bzw. einen Kondensator/Evaporator zu gelangen, um das Problem erhöhter oder abnehmender Wasserströmungen von der Wasserquelle zu lösen. Darüber hinaus wird die Zeit zum Vorkühlen oder Vorheizen verkürzt und die Kühlkapazität der Kühleinheit verbessert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] Die von der vorliegenden Erfindung zur Lösung der oben genannten und anderer Aufgaben angewandte Struktur und technischen Mittel können am besten mit Bezug auf die folgende detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele und der begleitenden Zeichnungen verstanden werden. Es zeigen:

[0013] [Fig. 1](#) eine erste konzeptuelle Ansicht einer Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit entsprechend eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung beim Desorptions- und Adsorptionsprozess in einem linken bzw. rechten Teil der Einheit;

[0014] [Fig. 2](#) eine zweite konzeptuelle Ansicht der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit aus [Fig. 1](#) beim Prozess der Wärme-/Kälteenergieerückgewinnung und der Masserrückgewinnung von einer linken zu einer rechten Seite der Einheit;

[0015] [Fig. 3](#) eine dritte konzeptuelle Ansicht der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit aus [Fig. 1](#) beim Desorptions- und Adsorptionsprozess auf einer rechten bzw. linken Seite der Einheit;

[0016] [Fig. 4](#) eine vierte konzeptuelle Ansicht der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit aus [Fig. 1](#) beim Prozess der Wärme-/Kälteenergieerückgewinnung und der Masserrückgewinnung von einer rechten zu einer linken Seite der Einheit;

[0017] [Fig. 5](#) eine fünfte konzeptuelle Ansicht der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit aus [Fig. 1](#) beim Prozess der Vermeidung einer erhöhten Ausströmungstemperatur von Eiswasser nach dem Prozess der Wärme-/Kälteenergieerückgewinnung und der Masserrückgewinnung von einer linken zu einer rechten Seite der Einheit; und

[0018] [Fig. 6](#) eine sechste konzeptuelle Ansicht der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit aus [Fig. 1](#) beim Prozess der Vermeidung einer erhöhten Ausströmungstemperatur von Eiswasser nach dem Prozess der Wärme-/Kälteenergieerückgewinnung und der Masserrückgewinnung von einer rechten zu einer linken Seite der Einheit.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

[0019] Die Merkmale der vorliegenden Erfindung können anhand der folgenden detaillierten Beschreibung einer Serie von Kühlprozeduren der vorliegenden Erfindung verstanden werden. Zuerst wird ein Desorptionsprozess in einer linken Adsorptionsaufnahme und der Adsorptionsprozess in einer rechten Adsorptionsaufnahme beschrieben. Hierzu wird Bezug auf [Fig. 1](#) genommen, welche eine erste konzeptuelle Ansicht einer Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit entsprechend eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung beim Prozess der Desorption und Adsorption in einem linken bzw. rechten Teil der Einheit zeigt.

[0020] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, enthält die erfindungsgemäße Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit eine linke Vakuumkammer **100** und eine rechte Vakuumkammer **200**. In der linken Vakuumkammer **100** sind einige Arbeitseinheiten mit einer linken Adsorptionsaufnahme **101** und einem linken Kondensator/Evaporator **102** enthalten. Gleichermäßen sind in der rechten Vakuumkammer **200** einige Arbeitseinheiten mit einer rechten Adsorptionsaufnahme **201** und einem rechten Kondensator/Evaporator **202** enthalten. In derartigen Arbeitseinheiten sind Rohrleitungen zur Flüssigkeitsdurchströmung vorgesehen. Ebenso enthält die erfindungsgemäße Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit einen oberen Ventilsatz, welcher ein erstes Schaltventil **301**, ein zweites Schaltventil **302** und ein drittes Schaltventil **303** aufweist; einen unteren Ventilsatz, welcher ein viertes Schaltventil **401**, ein fünftes Schaltventil **402** und ein sechstes Schaltventil **403** aufweist; und ein Masserrückgewinnungs-Vakuumventil **501**, welches ein in einem Masserrückgewinnungssystem der vorliegenden Erfindung enthal-

tenes Vakuumventil ist. Eine Umgehungsrohrleitung ist an jedem Fluideinlass und Fluidauslass vorgesehen. Der obere Ventilsatz wird zum Steuern bzw. Regeln des Fluidstroms durch die linke und die rechte Adsorptionsaufnahme **101** und **201** verwendet, und der untere Ventilsatz wird zur Steuerung bzw. Regelung des Fluidstroms durch den linken und rechten Kondensator/Evaporator **102** und **202** verwendet.

[0021] Heißes Wasser wird über einen Heißwassereinlass HWI zugeführt, um über das erste und das zweite Schaltventil **301**, **302** in die linke Adsorptionsaufnahme **101** zu strömen, um ein darin enthaltenes Adsorptionsmittel zu erhitzen. Dann verlässt das Heißwasser die linke Adsorptionsaufnahme **101**, um nachfolgend durch das dritte Schaltventil **303** und das erste Schaltventil **301** zu strömen und schließlich über einen Heißwasserauslass HWO zurück zu einem Heißwassertank zu strömen. In der Zwischenzeit wird Kühlwasser über einen Kühlwassereinlass CWI zugeführt, um über das fünfte Schaltventil **402** in den linken Kondensator/Evaporator **102** zu strömen, um die Funktion eines Kondensators auszuführen. Das Kühlwasser strömt dann über das sechste Schaltventil **403** zurück in einen Kühlturm. An diesem Punkt hat die linke Vakuumkammer **100** einen erhöhten inneren Dampfdruck. Wenn der innere Dampfdruck der linken Vakuumkammer **100** einen gesättigten Dampfdruck entsprechend einer Temperatur des linken Kondensators/Evaporators **102** übersteigt, während von der linken Adsorptionsaufnahme **101** desorbierte Kühlmitteldämpfe in flüssiges Kühlmittel kondensiert werden. Währenddessen wird auch Kühlwasser zugeführt, um über das zweite Schaltventil **302** in die rechte Adsorptionsaufnahme **201** zu strömen, und dann strömt es über das dritte Schaltventil **303** zurück zu dem Kühlturm. An diesem Punkt hat die rechte Adsorptionsaufnahme **201** eine graduell verringerte Temperatur und beginnt mit der Adsorption, was in der rechten Vakuumkammer **200** zu einem verringerten Kühlmitteldampfdruck führt. Währenddessen wird Eiswasser über einen Eiswassereinlass IWI zugeführt, um über das vierte Schaltventil **401** und das fünfte Schaltventil **402** zum rechten Kondensator/Evaporator **202** zu strömen, was zu einer Verdampfung an einer Evaporationsoberfläche des rechten Kondensators/Evaporators **202** führt, um den Kühleffekt zu erzeugen. Zudem strömt das erzeugte Eiswasser von dem rechten Kondensator/Evaporator **202** über das sechste Schaltventil **403** und das vierte Schaltventil **401** zurück zu einer Last.

[0022] Nun wird eine detaillierte Beschreibung der Prozesse der Wärme- und Kälteenergieerückgewinnung und der Masserückgewinnung von einer linken zu einer rechten Seite der Kühleinheit der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf [Fig. 1](#) gegeben, welche eine zweite konzeptuelle Ansicht der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit aus [Fig. 1](#) beim Prozess der Wärme-/Kälteenergieerückgewinnung und der Masse-

rückgewinnung von einer linken zu einer rechten Seite der Einheit zeigt.

[0023] Wenn der Desorptions- und Adsorptionsprozess in der linken und rechten Adsorptionsaufnahme **101**, **201** wie in [Fig. 1](#) gezeigt abgeschlossen wurde, folgt der Prozess der Wärme- und Kälteenergieerückgewinnung und der Masserückgewinnung. Wenn das Masserückgewinnungs-Ventil **501**, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, geöffnet ist, strömen die Kühlmitteldämpfe in der linken Vakuumkammer **100** aufgrund der relativ großen Druckdifferenz zwischen den zwei Kammern schnell zurück zur rechten Vakuumkammer **200**. Wenn sich der innere Druck in der linken und der rechten Vakuumkammer **100**, **200** im Wesentlichen aneinander angeglichen hat, wird das Masserückgewinnungs-Vakuumventil **501** geschlossen.

[0024] Beim Wärmerückgewinnungsprozess wird in der linken Adsorptionsaufnahme **101** verbliebenes heißes Wasser dazu gebracht, in die rechte Adsorptionsaufnahme **201** zu strömen, und in der rechten Adsorptionsaufnahme **201** verbliebenes Kühlwasser wird drainiert. Zuerst wird das erste Schaltventil **201** umgangen, so dass durch den Heißwassereinlass HWI geströmtes heißes Wasser direkt zu dem Heißwasserauslass HWO geleitet wird und zurück in den Heißwassertank strömt. Währenddessen wird Kühlwasser über den Kühlwassereinlass CWI zugeführt, um über das zweite Schaltventil **302** und dann in die linke Adsorptionsaufnahme **101** zu strömen, um das in der linken Adsorptionsaufnahme **101** verbliebene heiße Wasser nachfolgend über das dritte Schaltventil **303**, das erste Schaltventil **301** und das zweite Schaltventil **302** in die rechte Adsorptionsaufnahme **201** zu drücken, und das in der rechten Adsorptionsaufnahme **201** verbliebene Kühlwasser über das dritte Schaltventil **303** in den Kühlturm entladen wird.

[0025] Beim Kälteenergieerückgewinnungsprozess wird in dem rechten Kondensator/Evaporator **202** verbliebenes Eiswasser dazu gebracht, in den linken Kondensator/Evaporator **102** zu strömen, und in dem linken Kondensator/Evaporator **102** verbliebenes Kühlwasser wird drainiert. Zuerst wird das vierte Schaltventil **401** umgangen, so dass durch den Eiswassereinlass IWI geströmtes Eiswasser direkt zum Eiswasserauslass IWO geleitet wird und zurück in einen Eiswassertank strömt. Währenddessen wird Kühlwasser über den Kühlwassereinlass CWI zugeführt, um über das fünfte Schaltventil **402** und dann in den rechten Kondensator/Evaporator **202** zu strömen, um somit das in dem rechten Kondensator/Evaporator **202** verbliebene Eiswasser nachfolgend über das sechste Schaltventil **403**, das vierte Schaltventil **401** und das fünfte Schaltventil **402** in den linken Kondensator/Evaporator **102** zu drücken, und in dem linken Kondensator/Evaporator **102** verbliebenes Kühlwasser wird über das sechste Schaltventil **403** in den Kühlturm entla-

den. Auf diese Weise sind der Prozess der Wärme- und der Kälteenergieerückgewinnung wie auch der der Massererückgewinnung abgeschlossen.

[0026] Der Desorptionsprozess in einer rechten Adsorptionsaufnahme und der Adsorptionsprozess in einer linken Adsorptionsaufnahme wird nun nachfolgend mit Bezug auf [Fig. 3](#) beschrieben, welche eine dritte konzeptuelle Ansicht der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit aus [Fig. 1](#) beim Desorptions- und Adsorptionsprozess auf einer rechten bzw. linken Seite der Einheit zeigt.

[0027] Wenn die Prozesse der Wärme- und Kälteenergieerückgewinnung abgeschlossen sind, tritt die Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit in einen nächsten Abschnitt ein, nämlich den Desorptionsprozess in einer rechten Adsorptionsaufnahme und den Adsorptionsprozess in einer linken Adsorptionsaufnahme. An diesem Punkt werden das dritte Schaltventil **303**, das erste Schaltventil **301**, das sechste Schaltventil **403** und das vierte Schaltventil **401** in eine andere Strömungsrichtung umgeschaltet; und heißes Wasser wird über den Heißwassereinlass HWI zum nachfolgenden Strömen über das erste und zweite Schaltventil **301**, **302** in die rechte Adsorptionsaufnahme **201** zugeführt, um das darin enthaltene Adsorptionsmittel zu erhitzen und die rechte Adsorptionsaufnahme **201** zu verlassen. Das heiße Wasser, welches die rechte Adsorptionsaufnahme **201** verlassen hat, strömt nachfolgend über das dritte Schaltventil **303** und das erste Schaltventil **301** und dann über den Heißwasserauslass HWO zurück zum Heißwassertank. Andererseits wird Kühlwasser zugeführt, um über das fünfte Schaltventil **402** in den rechten Kondensator/Evaporator **202** zu strömen, um die Funktion eines Kondensators auszuführen, und strömt dann über das sechste Schaltventil **403** zurück in den Kühlturm. An diesem Punkt steigt der Dampfdruck innerhalb der rechten Vakuumkammer **200** graduell an. Wenn der Druck einen gesättigten Dampfdruck entsprechend einer Temperatur des rechten Kondensators/Evaporators **202** übersteigt, werden von der rechten Adsorptionsaufnahme **201** desorbierte Kühlmitteldämpfe in flüssiges Kühlmittel kondensiert. Währenddessen wird ebenso Kühlwasser zugeführt, um das über das zweite Schaltventil **302** in die linke Adsorptionsaufnahme **101** zu strömen, und strömt dann über das dritte Schaltventil **303** zurück in den Kühlturm. An diesem Punkt hat die linke Adsorptionsaufnahme **101** eine graduell verringerte Temperatur und beginnt zu adsorbieren, was zu einem verringerten Kühlmitteldampfdruck in der linken Vakuumkammer **100** führt. Währenddessen wird Eiswasser über einen Eiswassereinlass IWI zugeführt, um über das vierte Schaltventil **401** und das fünfte Schaltventil **402** in den linken Kondensator/Evaporator **102** zu strömen, was zur Verdampfung an einer Evaporationsoberfläche des linken Kondensators/Evaporators **102** führt, um den Kühleffekt zu erzeugen. Zudem strömt

das produzierte Eiswasser von dem linken Kondensator/Evaporator **102** über das sechste Schaltventil **403** und das vierte Schaltventil **401** zurück zu einer Last.

[0028] Nun wird eine detaillierte Beschreibung der Prozesse der Wärme- und Kälteenergieerückgewinnung und der Massererückgewinnung von einer rechten zu einer linken Seite der Kühleinheit der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf [Fig. 4](#) gegeben, welche eine vierte konzeptuelle Ansicht der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit aus [Fig. 1](#) beim Prozess der Wärme-/Kälteenergieerückgewinnung und der Massererückgewinnung von einer rechten zu einer linken Seite der Einheit zeigt.

[0029] Wenn der Desorptions- und Adsorptionsprozess in der rechten und linken Adsorptionsaufnahme **201**, **101** wie in [Fig. 3](#) gezeigt abgeschlossen wurde, folgen die Prozesse der Wärme- und Kälteenergieerückgewinnung und der Massererückgewinnung. Wenn das Massererückgewinnungs-Ventil **501** geöffnet wird, wie in [Fig. 4](#) gezeigt, strömen die Kühlmitteldämpfe in der rechten Vakuumkammer **200** aufgrund der relativ großen Druckdifferenz zwischen den zwei Kammern schnell zurück in die linke Vakuumkammer **100**. Wenn sich der innere Druck in der linken und der rechten Vakuumkammer **100**, **200** im Wesentlichen aneinander angeglichen hat, wird das Massererückgewinnungs-Vakuumventil **501** geschlossen.

[0030] Beim Wärmerückgewinnungsprozess wird in der rechten Adsorptionsaufnahme **201** verbliebenes heißes Wasser dazu gebracht, in die linke Adsorptionsaufnahme **101** zu strömen, und in der linken Adsorptionsaufnahme **101** verbliebenes Kühlwasser wird drainiert. Zuerst wird das erste Schaltventil **301** umgangen, so dass durch den Heißwassereinlass HWI geströmtes heißes Wasser direkt zu dem Heißwasserauslass HWO geleitet wird und zurück in den Heißwassertank strömt. Währenddessen wird Kühlwasser über den Kühlwassereinlass CWI zugeführt, um über das zweite Schaltventil **302** zu strömen und dann in die rechte Adsorptionsaufnahme **201** zu strömen, um das in der rechten Adsorptionsaufnahme **201** verbliebene heiße Wasser nachfolgend über das dritte Schaltventil **303**, das erste Schaltventil **301**, und das zweite Schaltventil **302** in die linke Adsorptionsaufnahme **101** zu drücken, und in der linken Adsorptionsaufnahme **101** verbliebenes Kühlwasser wird über das dritte Schaltventil **303** in den Kühlturm entladen.

[0031] Beim Kälteenergieerückgewinnungsprozess wird in dem linken Kondensator/Evaporator **102** verbliebenes Eiswasser dazu gebracht, in den rechten Kondensator/Evaporator **202** zu strömen, und in dem rechten Kondensator/Evaporator **202** verbliebenes Kühlwasser wird drainiert. Zuerst wird das erste Schaltventil **401** umgangen, um somit durch den Eiswassereinlass IWI geströmtes Eiswasser direkt

zum Eiswasserauslass IWO zu leiten, welches zurück in einen Eiswassertank strömt. Währenddessen wird Kühlwasser über den Kühlwassereinlass CWI zugeführt, um über das fünfte Schaltventil **402** und dann in den linken Kondensator/Evaporator **102** zu strömen, um das in dem linken Kondensator/Evaporator **102** verbliebene Eiswasser nachfolgend über das sechste Schaltventil **403**, das vierte Schaltventil **401** und das fünfte Schaltventil **402** in den rechten Kondensator/Evaporator **202** zu drücken, und in dem rechten Kondensator/Evaporator **202** verbliebenes Kühlwasser wird über das sechste Schaltventil **403** in den Kühlturm entladen. Auf diese Weise sind der Prozess der Wärme- und der Kälteenergieerückgewinnung wie auch der der Masserückgewinnung abgeschlossen. Nach diesen Prozessen kehrt die Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit der vorliegenden Erfindung zum Desorptionsprozess in der linken Adsorptionsaufnahme und dem Adsorptionsprozess in der rechten Adsorptionsaufnahme zurück, wodurch ein endlos fortgesetzter Kühlzyklus gebildet wird.

[0032] Um zu verhindern, dass das Eiswasser in einem frühen Stadium der Adsorption eine erhöhte Ausströmungstemperatur hat, kann die erfindungsgemäße Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit die in [Fig. 5](#) gezeigten Prozesse aufweisen, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0033] Es wird nun Bezug auf [Fig. 5](#) genommen. Wenn der Kälteenergieerückgewinnungsprozess von der linken auf die rechte Seite Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit der vorliegenden Erfindung wie in [Fig. 2](#) gezeigt abgeschlossen wurde und das Kühlwasser vollständig aus dem linken Kondensator/Evaporator **102** drainiert wurde, wird das sechste Schaltventil **403** zum Ändern der Strömungsrichtung umgeschaltet, so dass Kühlwasser im rechten Kondensator/Evaporator **202** direkt über das sechste Schaltventil **403** strömt und in den Kühlturm entladen wird. An diesem Punkt ist kein Eiswasser in den linken Kondensator/Evaporator **102** geströmt. Wenn die Temperatur der linken Vakuumkammer **100** niedriger als die Einlasstemperatur des Eiswassers geworden ist, wird das vierte Schaltventil **401** umgeschaltet, um mit dem Desorptionsprozess in der rechten Adsorptionsaufnahme **201** und dem Adsorptionsprozess in der linken Adsorptionsaufnahme **101** wie in [Fig. 3](#) gezeigt fortzufahren.

[0034] Gleichermaßen kann zur Vermeidung, dass das Eiswasser eine erhöhte Ausströmungstemperatur zu einem frühen Zeitpunkt der Adsorption hat, die Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit der vorliegenden Erfindung nach dem Kälteenergieerückgewinnungsprozess von der rechten zur linken Seite der Kühleinheit weiter die in [Fig. 6](#) gezeigten Prozesse umfassen.

[0035] Es wird nun Bezug auf [Fig. 6](#) genommen. Wenn der Kälteenergieerückgewinnungsprozess von der rechten auf die linke Seite der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit der vorliegenden Erfindung wie in [Fig. 4](#) gezeigt abgeschlossen wurde, und das Kühlwasser vollständig aus dem rechten Kondensator/Evaporator **202** drainiert wurde, wird das sechste Schaltventil **403** zum Ändern der Strömungsrichtung umgeschaltet, so dass Kühlwasser im linken Kondensator/Evaporator **102** direkt über das sechste Schaltventil **403** strömt und in den Kühlturm entladen wird. An diesem Punkt ist kein Eiswasser in den rechten Kondensator/Evaporator **202** geströmt. Wenn die Temperatur der rechten Vakuumkammer **200** niedriger als die Einlasstemperatur des Eiswassers geworden ist, wird das vierte Schaltventil **401** umgeschaltet, um den Desorptionsprozess in der linken Adsorptionsaufnahme **101** und den Adsorptionsprozess in der rechten Adsorptionsaufnahme **201** wie in [Fig. 1](#) gezeigt zu wiederholen.

[0036] Die Schaltventile der vorliegenden Erfindung können Zweiwegeventile, Dreiwegeventile, Vierwegeventile oder jedwede Kombination dieser Ventile sein, abhängig von den tatsächlichen Anforderungen beim Entwurf. Wie an den oben beschriebenen Prozessen der vorliegenden Erfindung gesehen werden kann, hat die Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit der vorliegenden Erfindung die folgenden Vorteile:

1. Durch das Schalten der Ventile kann die Wärme- und die Kälteenergieerückgewinnung erreicht und die Probleme durch die ungleichmäßige Strömung können effektiv gelöst werden.
2. Durch den Masserückgewinnungsprozess kann die für die Vorkühlung und Vorheizung notwendige Zeit verkürzt werden, was umgekehrt die Leistungsfähigkeit der Einheit zum Erhöhen ihrer Kühlkapazität verbessert.
3. In einem frühen Stadium der Adsorption und Desorption werden die Ventile in eine unterschiedliche Strömungsrichtung geschaltet, um die Zufuhr des Eiswassers zu verzögern, so dass das Problem einer erhöhten Ausströmungstemperatur des Eiswassers in einem frühen Stadium der Adsorption vollständig vermieden wird.

[0037] Die vorliegende Erfindung wurde mit Bezug auf ein Ausführungsbeispiel beschrieben, wobei es selbstverständlich ist, dass viele Änderungen und Modifikationen des beschriebenen Ausführungsbeispiels durchgeführt werden können, ohne vom Umfang der Erfindung wegzuführen, der ausschließlich durch die begleitenden Ansprüche begrenzt wird.

Patentansprüche

1. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit mit einem Wärmerückgewinnungssystem und einem Masserückgewinnungssystem, wobei

das Wärmerückgewinnungssystem zur Änderungen der Strömungsrichtung in der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit bei unterschiedlichen Zuständen mit einer Fluidseite der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit verbunden ist, und ferner aufweist:

einen mit einer linken Adsorptionsaufnahme (**101**) und einer rechten Adsorptionsaufnahme (**201**) der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit verbindbaren oberen Ventilsatz, der eingerichtet ist, um zur Änderung seiner Strömungsrichtung entsprechend eines Betriebszustands der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit umgangen zu werden;

einen mit einem linken und einem rechten Kondensator/Evaporator (**102; 202**) der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit verbindbaren unteren Ventilsatz, der eingerichtet ist, um zur Änderung seiner Strömungsrichtung entsprechend eines Betriebszustands der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit umgangen zu werden;

einen an jedem Auslass des oberen Ventilssatzes und des unteren Ventilssatzes vorgesehenen Umgehungsrohrsatz; und

wobei das Masserückgewinnungssystem mindestens einen Vakuumventilsatz enthält, der mit einer Vakuumseite der Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit zum Ausgleichen des Drucks in der Vakuumseite verbunden ist.

2. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit nach Anspruch 1, wobei der obere Ventilsatz eine Vielzahl von Schaltventilen (**301, 302, 303**) und eine Vielzahl von Rohrleitungen aufweist, welche die Schaltventile (**301, 302, 303**) miteinander verbinden.

3. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit nach Anspruch 1, wobei der untere Ventilsatz eine Vielzahl von Schaltventilen (**401, 402, 403**) und eine Vielzahl von Rohrleitungen aufweist, welche die Schaltventile (**401, 402, 403**) miteinander verbinden.

4. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit nach Anspruch 1, wobei die Fluidseite die linke und die rechte Adsorptionsaufnahme (**101; 201**) und den linken und den rechten Kondensator/Evaporator (**102; 202**) umfasst.

5. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit nach Anspruch 1, wobei die Vakuumseite eine linke und eine rechte Vakuumkammer (**100; 200**) enthält.

6. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit nach Anspruch 1, wobei Ventile (**301, 302, 303**) im oberen Ventilsatz über Rohrleitungen miteinander verbunden sind, und Ventile (**401, 402, 403**) im unteren Ventilsatz über Rohrleitungen miteinander verbunden sind.

7. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit nach Anspruch 1, wobei das Wärmerückgewinnungssystem ein Fluid zum Übertragen von überschüssiger Wärmeenergie und Kälteenergie von der linken Adsorptionsaufnahme (**101**) bzw. dem linken Kondensator/Evaporator (**102**) zur rechten Adsorptionsaufnahme (**201**) bzw. zum rechten Kondensator/Evaporator (**202**) zur Wiederverwendung verwendet; und überschüssige Wärmeenergie und Kälteenergie von der rechten Adsorptionsaufnahme (**201**) bzw. dem rechten Kondensator/Evaporator (**202**) zur linken Adsorptionsaufnahme (**101**) bzw. dem linken Kondensator/Evaporator (**102**) zur Wiederverwendung überträgt.

meenergie und Kälteenergie von der linken Adsorptionsaufnahme (**101**) bzw. dem linken Kondensator/Evaporator (**102**) zur rechten Adsorptionsaufnahme (**201**) bzw. zum rechten Kondensator/Evaporator (**202**) zur Wiederverwendung verwendet; und überschüssige Wärmeenergie und Kälteenergie von der rechten Adsorptionsaufnahme (**201**) bzw. dem rechten Kondensator/Evaporator (**202**) zur linken Adsorptionsaufnahme (**101**) bzw. dem linken Kondensator/Evaporator (**102**) zur Wiederverwendung überträgt.

8. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit nach Anspruch 1, wobei der obere Ventilsatz ausgewählte Ventile (**301, 302, 303**) aus der Gruppe der Zweiwegventile, Dreiwegventile und Vierwegventile sowie jeder Kombination dieser Ventile enthält.

9. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit nach Anspruch 1, wobei der untere Ventilsatz ausgewählte Ventile (**401, 402, 403**) aus der Gruppe der Zweiwegventile, Dreiwegventile und Vierwegventile sowie jeder Kombination dieser Ventile enthält.

10. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit nach Anspruch 1, wobei es weiter ein Niedertemperaturfluid aus einer Gruppe bestehend aus Wasser, Methanol, Ammoniak und Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) Verbindungen enthält.

11. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit nach Anspruch 1, wobei der Betriebszustand, in dem eine Umgehung zum Ändern der Strömungsrichtung gebildet wird, dann vorliegt, wenn die Adsorptionsaufnahme (**101; 201**) eine höhere Temperatur als eine vorgegebene Temperatur aufweist.

12. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit nach Anspruch 1, wobei der Betriebszustand, in dem eine Umgehung zum Ändern der Strömungsrichtung gebildet wird, vor einem Wärmerückgewinnungsprozess liegt.

13. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit nach Anspruch 1, wobei der Betriebszustand, in dem eine Umgehung zum Ändern der Strömungsrichtung gebildet wird, während eines Wärmerückgewinnungsprozesses ist.

14. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit nach Anspruch 1, wobei der Betriebszustand, in dem eine Umgehung zum Ändern der Strömungsrichtung gebildet wird, nach einem Wärmerückgewinnungsprozess liegt.

15. Festkörper-Adsorptions-Kühleinheit nach Anspruch 1, wobei der obere Ventilsatz (**301, 302, 303**) zum Steuern bzw. Regeln der Fluidströmung durch die linke und rechte Adsorptionsaufnahme (**101; 201**) verwendet wird, und der untere Ventilsatz (**401, 402, 403**) zum Steuern bzw. Regeln der Fluidströmung

durch den linken und rechten Kondensator/Evaporator
(**102**; **202**) verwendet wird.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

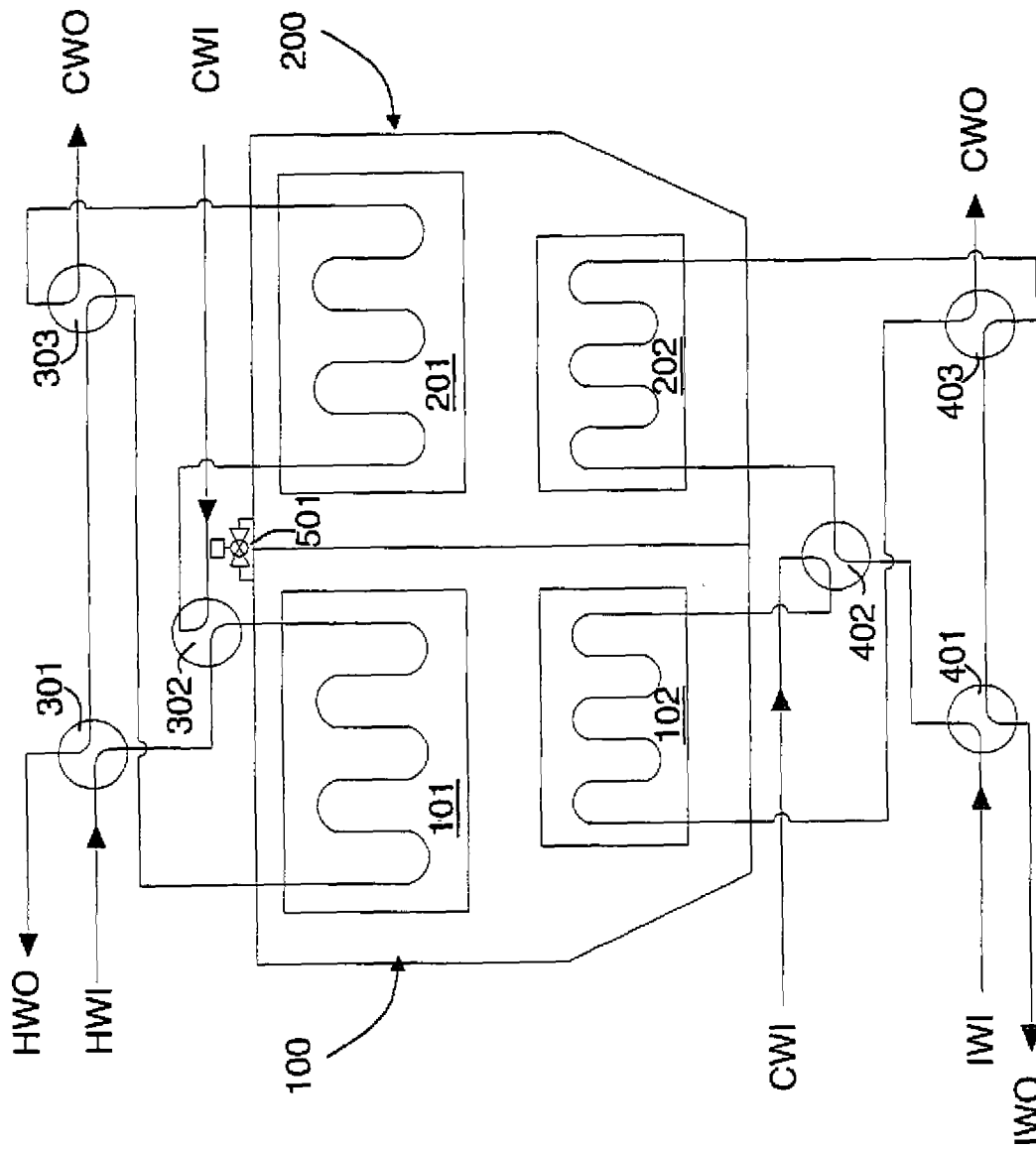


FIG.1

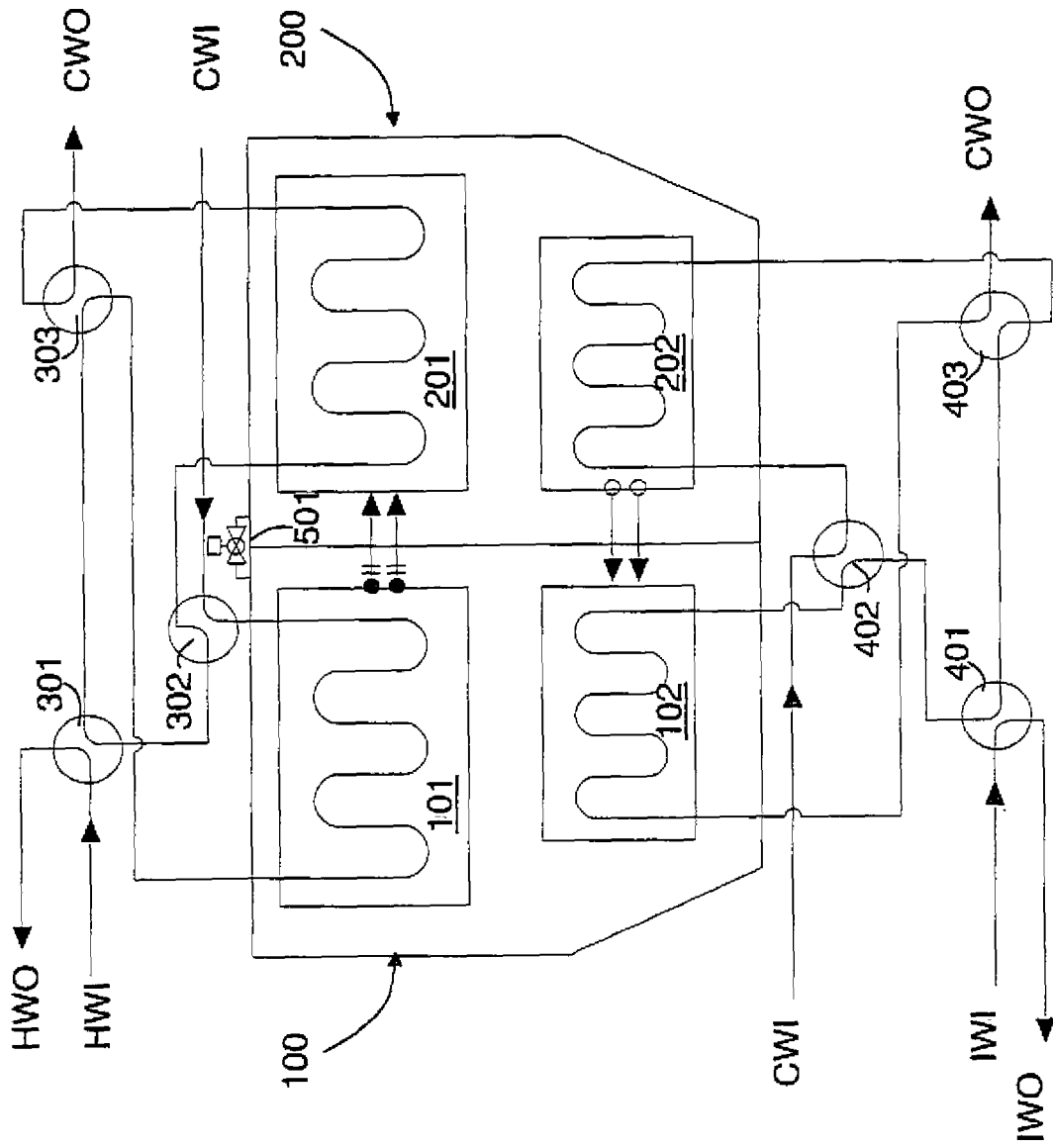


FIG. 2

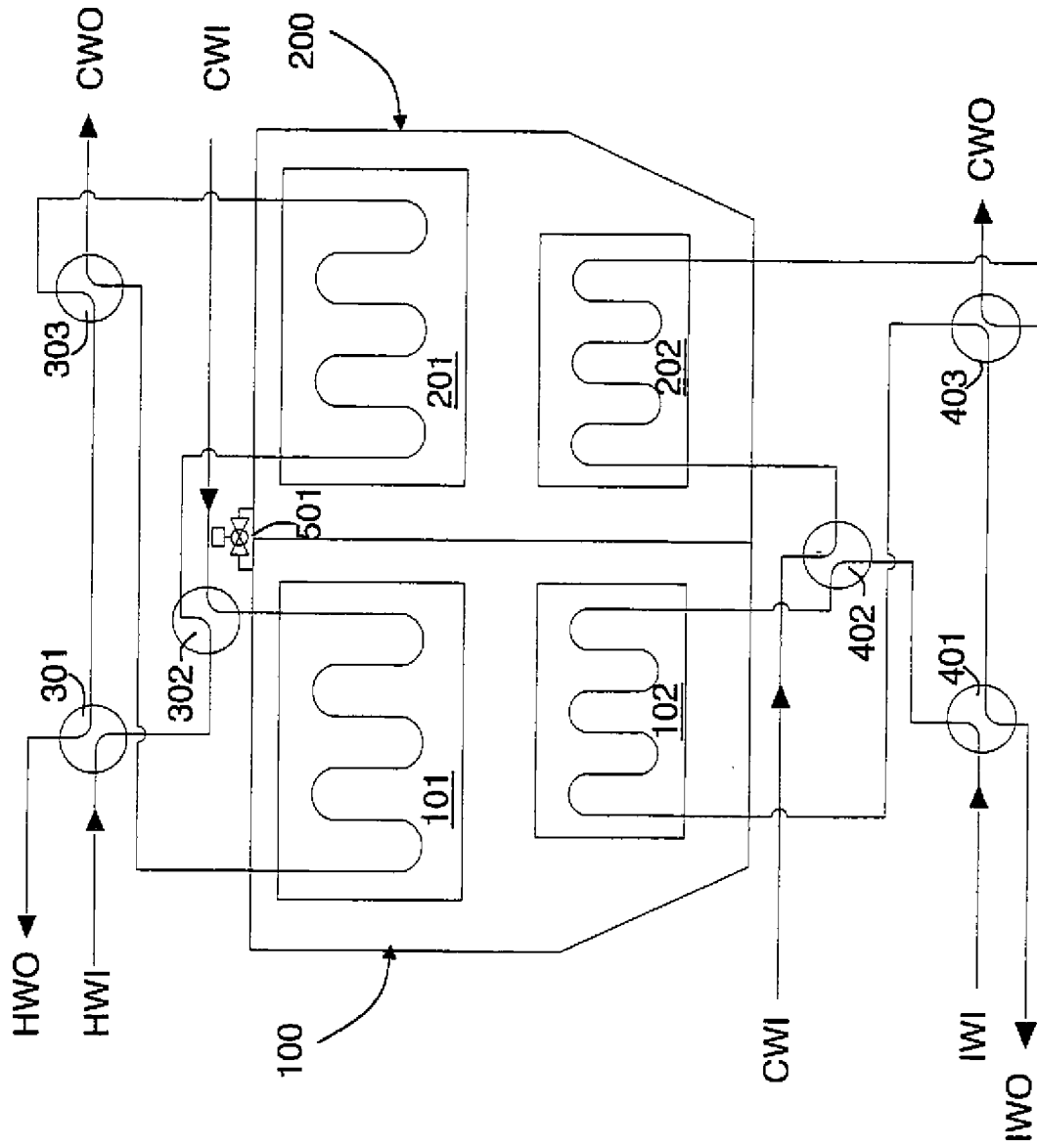


FIG.3

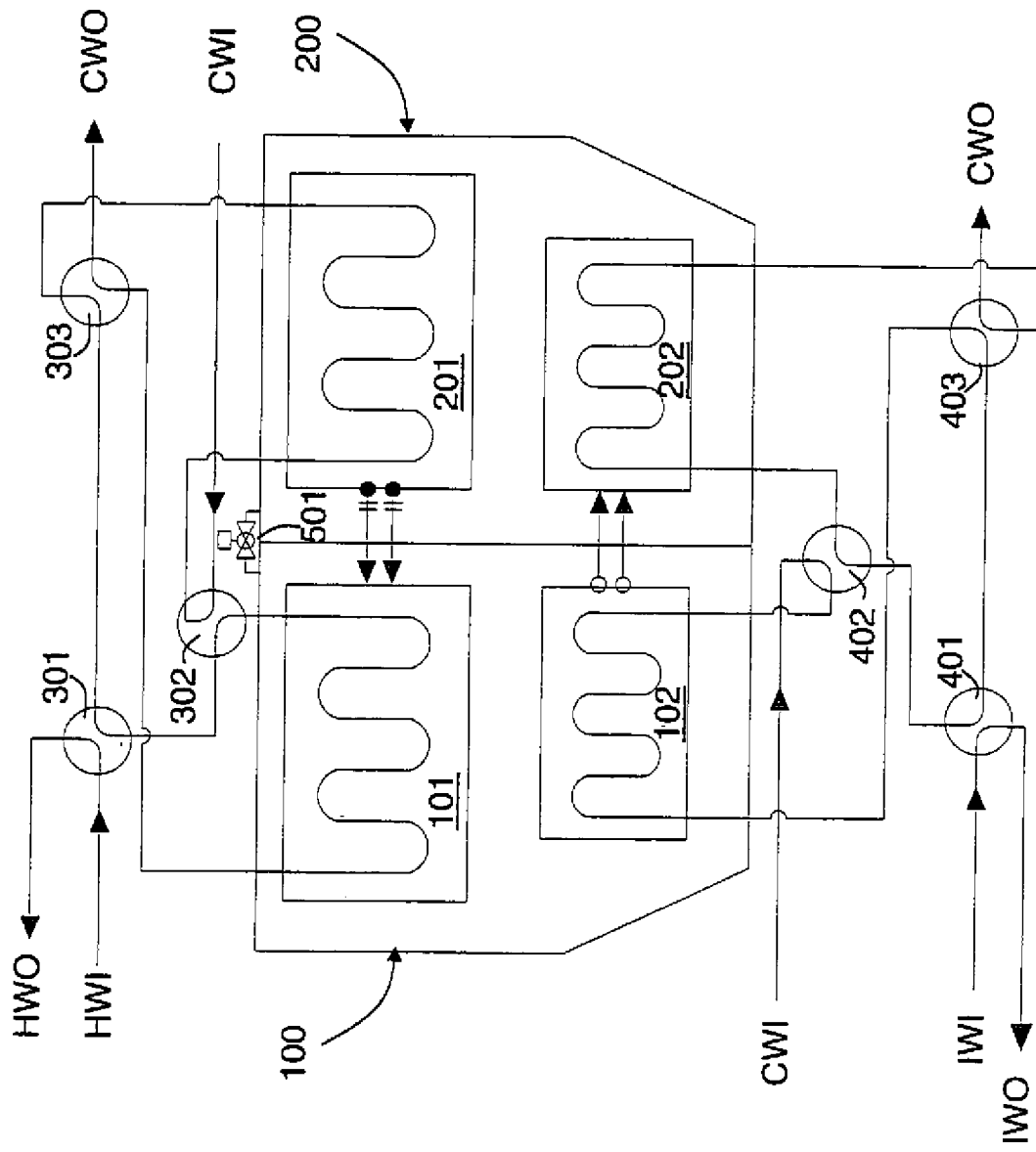


FIG. 4

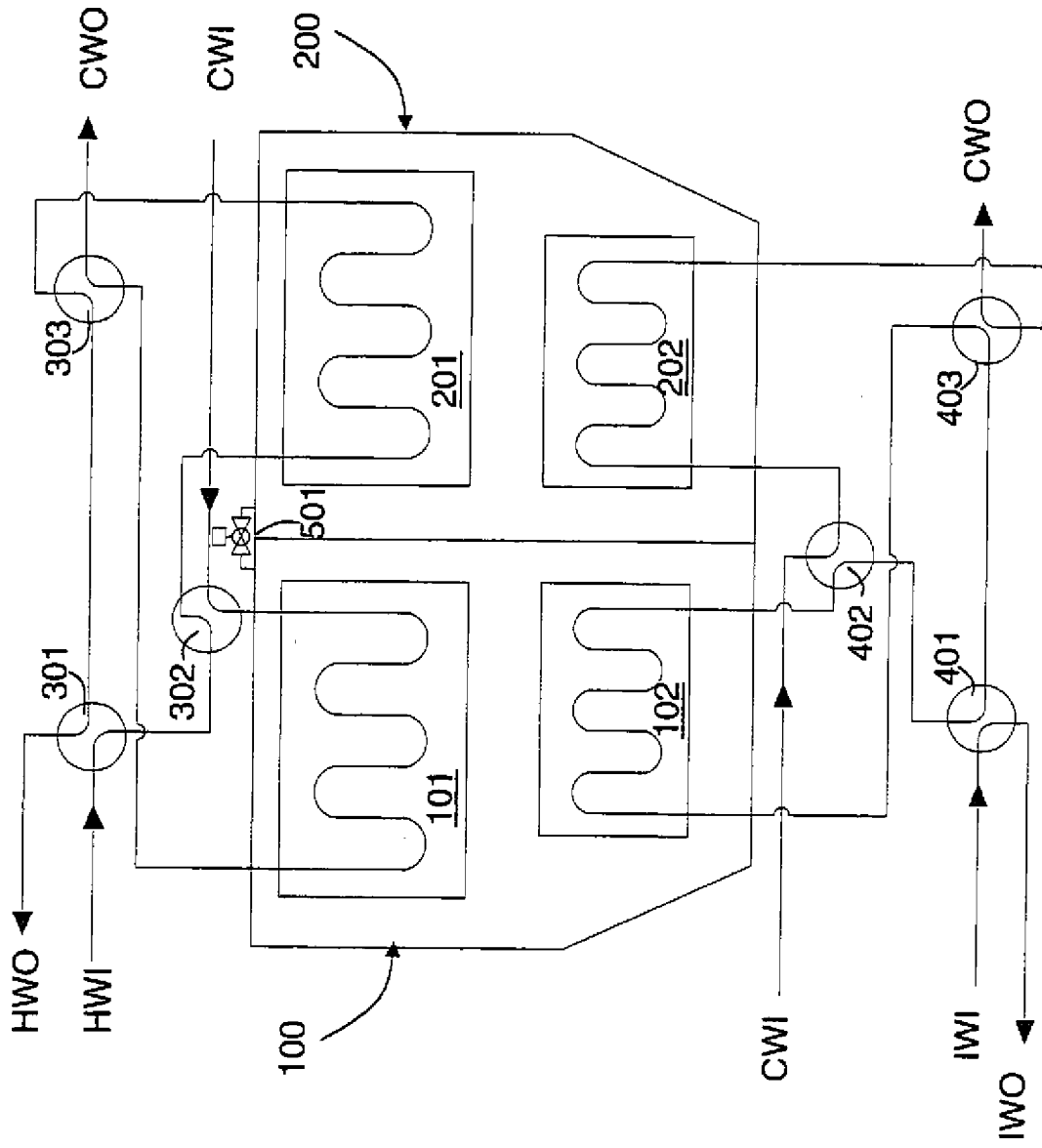


FIG. 5

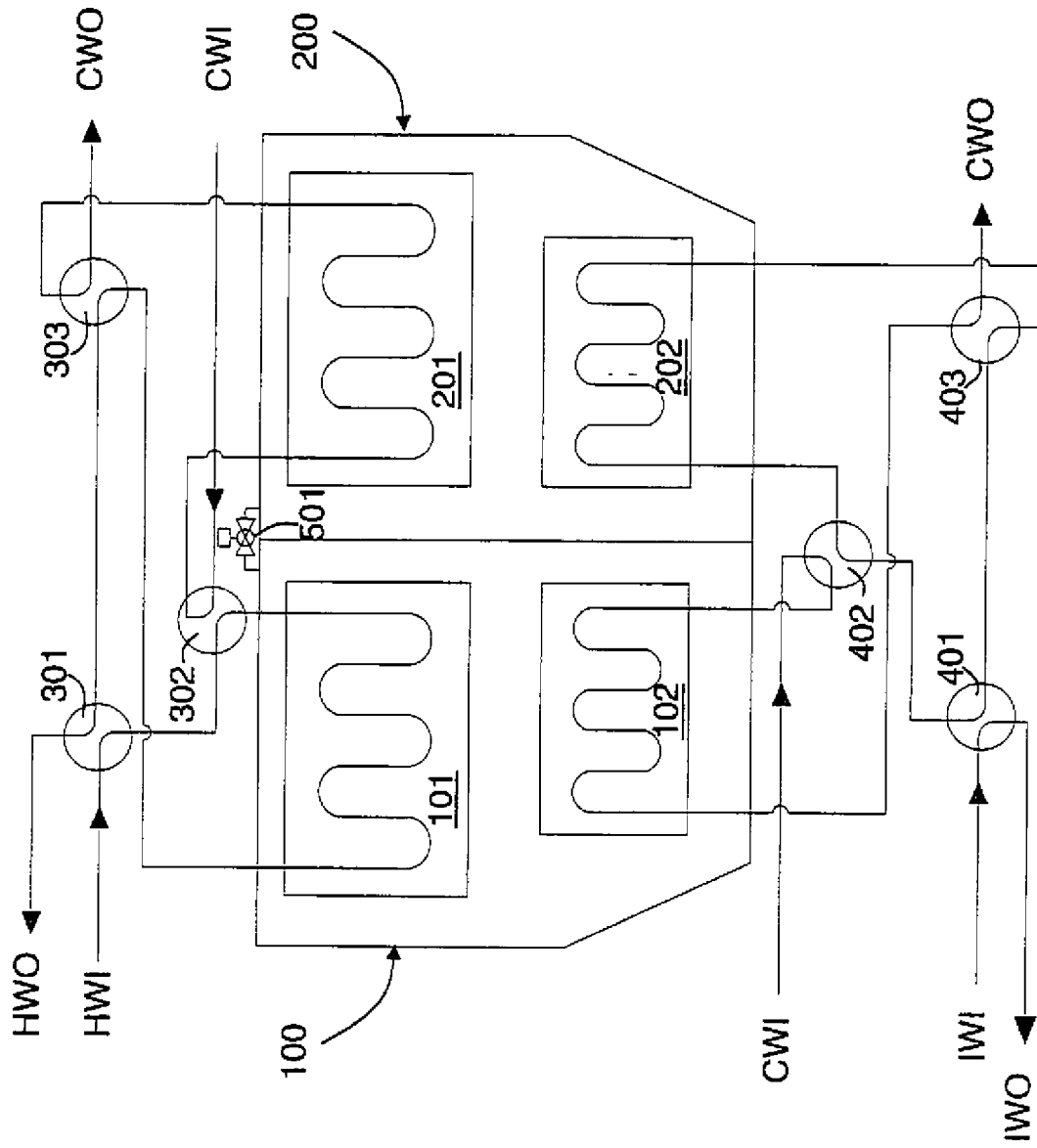


FIG.6