



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 26 834 T2** 2007.11.22

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 364 168 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 26 834.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IL01/00373**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 925 841.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/066901**

(86) PCT-Anmeldetag: **23.04.2001**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **29.08.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.11.2003**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **21.02.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.11.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F24F 3/14** (2006.01)  
**F24F 5/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**14157901 21.02.2001 IL**

(73) Patentinhaber:

**Drykor Ltd., Atlit, IL**

(74) Vertreter:

**Dennemeyer & Associates S.A., Luxembourg, LU**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**FORKOSH, Mordechai, 34744 Haifa, IL; FORKOSH,  
Dan, 30300 Atlit, IL; FORKOSH, Tomy, 34322 Haifa,  
IL**

(54) Bezeichnung: **ENTFEUCHTIGUNGS- UND KLIMAAANLAGE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

Priorität:

Land: IL

Aktenzeichen: 14157901

Tag: 21.02.01.

**Zugehörige Anmeldungen**

**[0001]** Dieser Antrag ist eine Teilfortsetzung des US-Patentantrags 09/554,397, welcher die US-Nationalphase der PCT-Anmeldung PCT/IL98/00552, eingereicht am 11. November 1998 und eine Teilfortsetzung einer PCT-Anmeldung PCT/IL00/00105, eingereicht am 20. Februar 2000 darstellt.

**Gebiet der Erfindung**

**[0002]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Klimakontrollsysteme und insbesondere auf das Gebiet der Systeme, die Entfeuchtung mit der Luftklimatisierung verbinden.

**Hintergrund der Erfindung**

**[0003]** Gewöhnlich verringern Klimaanlage nicht nur die Temperatur der umgebenden Luft, sondern sie entfernen auch beträchtliche Wassermengen daraus. Insbesondere gilt dies wenn die Klimaanlage mit der „frischen“ Luft arbeitet, die von außerhalb der kontrollierten Umgebung eingegeben wird. Solch kombinierte Luftkühlung/Entfeuchtung ist in der Regel ineffizient. Weiterhin, da man einen Teil der potentiellen Kühlkraft der Klimaanlage zur Entfeuchtung verwendet, ist die effektive Kühlkapazität der Klimaanlage signifikant reduziert.

**[0004]** Es ist im Fach üblich, die Luft zu entfeuchten bevor sie gekühlt wird. Bei einigen Ausführungsformen sind die Mechanismen des Entfeuchters und des Kühlers nicht integriert. Bei solchen Ausführungsformen ist die Gesamteffizienz des Systems vergleichsweise schwach, obwohl eine Kühlkapazitätssteigerung der Klimaanlage zu verzeichnen ist.

**[0005]** Das U.S. amerikanische Patent 4,984,434 beschreibt ein integriertes System, bei welchem die zu kühlende Luft zuerst durch einen trockenen Entfeuchter durchläuft und dadurch entfeuchtet wird bevor sie durch den Kontakt mit einem Verdampfer der Klimaanlage gekühlt wird. Die Wiedergewinnung des Trockenmittels erfolgt dadurch, dass das Wasser mit dem Trockenmittel durch den Verdampfer der Klimaanlage durchläuft.

**[0006]** Dieses System hat eine Vielzahl von Einschränkungen. Erstens, es entfeuchtet die gesamte Luft, die gekühlt wird. Da die meiste Luft, die in den Entfeuchter kommt, von dem kontrollierten Raum

(und deshalb bereits ziemlich trocken), kann der Entfeuchter nicht viel Wasser aus der Luft entfernen und bietet deshalb keinen großen Kühleffekt für den Verdampfer. Das führt zum Anstieg der Gesamttemperatur des Trockenmittels und zu einer Effizienzminde- rung sowohl des Entfeuchters als auch der Klimaanlage. Ein zweites Problem besteht darin, dass das System nicht modular ist, das heißt, der Entfeuchter muss als ein Teil des Systems versorgt werden. Weiterhin scheint es unmöglich zu sein, einen Entfeuchter zu einer bestehenden Klimaanlage hinzuzufügen und durch das Integrieren des Entfeuchters und der Klimaanlage ein System zu erzeugen, das in diesem Patent beschrieben ist.

**[0007]** Es ist auch ein weiterer Typ des Entfeuchter/Klimaanlage-Systems bekannt. In diesem Systemtyp, wie z.B. in den US-Patenten 5,826,641, 4,180,985 und 5,791,153 beschrieben, ist ein trockenes Trockenmittel vor dem Lufteingang der Klimaanlage platziert, um die Luft zu trocknen, bevor sie gekühlt wird. Abwärme (in Form von Fortluft aus dem Verflüssiger) aus der Klimaanlage wird in Kontakt mit dem Trockenmittel gebracht, das Feuchtigkeit aus der Eingangsluft absorbiert hat, um das Trockenmittel zu trocknen. Jedoch ist das Ausmaß der durch das Trockenmittel erzielten Trocknung relativ niedrig wegen der relativ niedrigen Temperatur der Luft, die aus der Klimaanlage kommt.

**[0008]** Das oben erwähnte US-Patent 4,180,985 beschreibt auch ein System, das ein flüssiges Trockenmittel zum Entfeuchten verwendet. Hier verringert wiederum die niedrige Temperatur des ausgehenden Gases aus der Klimaanlage wesentlich die Effizienz des Systems.

**[0009]** Dem Stand der Technik entsprechende auf Trockenmittel basierende Entfeuchter benötigen im Allgemeinen die Bewegung des Trockenmittels aus dem ersten Bereich, in welchem es die Feuchtigkeit absorbiert, zum zweiten Regenerationsbereich. Im Falle eines festen Trockenmittels geschieht der Transfer durch eine physische Bewegung des Trockenmittels aus dem Entfeuchtungsbereich in den Regenerationsbereich, z.B. durch das Anbringen des Trockenmittels an einem rotierenden Rad, einem Gürtel o. ä. Bei Systemen mit flüssigem Trockenmittel werden dafür im Allgemeinen zwei Pumpen benutzt, eine, um die Flüssigkeit ins Regenerationsbereich zu pumpen und eine andere, um die Flüssigkeit aus dem Regenerationsbereich in den Entfeuchtungsbereich zu pumpen. Bei einigen Ausführungsformen wird nur eine Pumpe verwendet, um von einem Bereich in einen anderen zu pumpen, während der Rückfluss mit Hilfe der Schwerkraft erfolgt.

**[0010]** Die Wirkung einer gewöhnlichen Klimaanlage und eines Entfeuchtungssystems nach obiger Beschreibung ist mit Hilfe der [Fig. 1](#) dargestellt. [Fig. 1](#)

zeigt eine Grafik der Temperatur vs. absolute Feuchtigkeit, in welcher iso-Enthalpie und iso-relative Feuchtigkeit eingeblendet sind. Die gewöhnliche Klimaanlage arbeitet nach dem Prinzip der Kühlung der Eingangsluft durch Transport über die Kühlspulen. Wenn man annimmt, dass die Anfangsluftbedingungen an der Stelle sind, die mit „X“ markiert ist, wird die Luft zuerst gekühlt (Kurve 1) bis ihre relative Feuchtigkeit 100% beträgt, sodass das weitere Kühlen mit dem Kondensieren der Feuchtigkeit in der Luft verknüpft ist. Damit die Entfernung der Feuchtigkeit aus der Luft geschieht, muss die Luft auf die Temperatur deutlich unter Komfort-Zone 4 gebracht werden. Die Luft ist aufgeheizt, um sie in die Komfort-Zone zu bringen, indem man üblicherweise diese mit warmer Luft mischt, die bereits im zu kühlenden Bereich ist. Diese übertriebene Kühlung zum Zweck der Entfeuchtung ist unter bestimmten Bedingungen ein wesentlicher Grund für die niedrige Effizienz bei solchen Systemen.

**[0011]** Die gewöhnlichen Entfeuchtersysteme wärmen die Luft eigentlich an, während sie die Luft aus dem System entfernen. Während der Entfeuchtung (Kurve 2) ändert sich die Enthalpie kaum, da man keine Wärme aus dem System Luft/Trockenmittel entfernt. Dies führt zu einem Temperaturanstieg sowohl beim Trockenmittel als auch bei der Luft, die getrocknet wird. Diese Extrawärme muss dann durch die Klimaanlage entfernt werden, was ihre Effizienz verringert.

**[0012]** Bei allen Entfeuchtersystemen muss mechanische Kraft angewendet werden, um das Trockenmittel wenigstens in eine Richtung zwischen dem Regenerationsbereich und dem Entfeuchtungsbereich zu transportieren. Für Flüssigsysteme werden Pumpen benutzt, um die Flüssigkeit in beide Richtungen zwischen den beiden Bereichen oder Behältern in den beiden Bereichen zu pumpen. Während dieses Pumpen notwendig zu sein scheint, um die Feuchtigkeit und/oder Trockenmittel-Ionen zwischen den beiden Bereichen zu transportieren, ist der Transport ebenso von dem unerwünschten Wärmetransport begleitet.

**[0013]** Das US-Patent 6,018,954, dessen Offenbarung hier unter Bezugnahme berücksichtigt ist, beschreibt ein System, bei welchem eine umkehrbare Wärmepumpe die Wärme zwischen dem Trockenmittel im Entfeuchtungsbereich des Entfeuchters und dem Regenerationsbereich überträgt. Die Verdampfer/Verflüssiger der beiden Seiten der Wärmepumpe sind bei der ersten Ausführungsform so platziert, dass sie die Flüssigkeitstropfen berühren, die die Feuchtigkeit aus der Luft entziehen oder regeneriert werden, indem aus ihnen Feuchtigkeit entzogen wird.

**[0014]** Diese Ausführungsform ist im Wesentlichen dieselbe wie die Ausführungsform aus dem US-Pa-

tent 4,984,434, der oben beschrieben wurde. Bei der zweiten Ausführungsform überträgt die Wärmepumpe die Wärme aus dem flüssigen Trockenmittel bevor es in die Tropfkörperanlage eingespeist wird, wo die Tropfen gebildet werden.

**[0015]** WO-A-0055546 beschreibt eine Vorrichtung für Klimatisierung der Luft bestehend aus einer Menge von flüssigem Trockenmittel, einem Entfeuchterbereich in die die Luft in Kontakt mit einem ersten Teil des flüssigen Trockenmittels gebracht wird, einem Regenerator, in dem die Außenluft in Kontakt mit einem zweiten Teil des flüssigen Trockenmittels gebracht wird, und einem Kühlsystem mit einem ersten und einem zweiten Wärmeaustauscher, die mit dem flüssigen Trockenmittel verknüpft sind, und mit einem dritten Wärmeaustauscher, der das flüssige Trockenmittel nicht kontaktiert und vor dem Regenerator platziert ist.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0016]** Gemäß dem ersten Aspekt einiger Ausführungsformen der Erfindung, wird die Luft, die in die Regenerationskammer eintritt, dazu benutzt, um das Kühlmittel zu kühlen, das die Regenerationsseite verlässt. Die Erfinder fanden heraus, dass in Abwesenheit von zusätzlicher Kühlung des Kühlmittels das System einen stabilen Zustand bei einer hohen Kühlmitteltemperatur erreicht, bei der das System ineffizient ist. Eine Lösung für dieses Problem bietet scheinbar ein existierendes System, das das US-Patent 6,018,954 verwendet. Demnach muss Wasser in das System hinzugefügt werden, das beim Verdampfen aus dem System das System beträchtlich kühlt. Es führt nicht nur zur Wasserverschwendung, die Effizienz des Systems sinkt gleichfalls.

**[0017]** Bei den meisten Bedingungen ergibt sich aus dieser Bauart eine kühle entfeuchtete Luft.

**[0018]** Gemäß dem zweiten Aspekt einiger Ausführungsformen der Erfindung wird die entfeuchtete Luft, welche die Entfeuchungskammer verlässt, dazu verwendet, um die Wärme vom Kühlmittel abzutragen, nachdem es die Regenerationsseite verlassen hat. Das Ergebnis ist geheizte entfeuchtete Luft.

**[0019]** Gemäß dem dritten Aspekt einiger Ausführungsformen der Erfindung wird die Wärme aus der gewöhnlich zum Kühlen benutzten Kammer nicht abgetragen. Das Kühlmittel ist sowohl mit der Luft gekühlt, die aus dem „Entfeuchter“-Bereich kommt, als auch mit der Luft, die den „Regenerator“ betritt. Das resultiert in einer Luft, die den „Entfeuchter“-Bereich geheizt und entfeuchtet verlässt.

**[0020]** Gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung variiert das Kühlmittel wahlweise, um einen von den obigen Aspekten zu gewährleisten. Ersatz-

weise sind nur einer oder zwei der Aspekte in einer gegebenen Vorrichtung vorhanden.

**[0021]** Ein Aspekt einiger Ausführungsformen der Erfindung betrifft eine kombinierte Entfeuchter/Klimaanlage, bei der ein relativ niedriges Integrationsniveau vorhanden ist. Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung wird die Wärme aus dem Verflüssiger benutzt, um die Feuchtigkeit aus dem Trockenmittel zu entfernen. Jedoch im Gegensatz zum oben erwähnten Stand der Technik wird der Verflüssiger der Klimaanlage weiterhin von der Außenluft gekühlt. Die erwärmte Luft, die die Klimaanlage verlässt und Abwärme enthält, wird verwendet, um die Feuchtigkeit aus dem Trockenmittel zu entfernen.

**[0022]** Im Gegensatz zum Stand der Technik, wo die erwärmte Luft die einzige Energiequelle für die Regeneration des Trockenmittels ist, wird bei beispielhaften Ausführungen der Erfindung eine Wärmepumpe benutzt, um die Energie aus einem vergleichsweise kalten Trockenmittel zu transferieren und das Trockenmittel während der Regeneration zu erwärmen, zusätzlich zu der Wärme, die von dem Auslass des Klimaanlagebereichs des Systems geliefert wird. Das führt zu einem System, bei welchem die Klimaanlage die Luft nicht überkühlen muss, um die Feuchtigkeit zu entfernen und der Entfeuchter heizt die Luft nicht an, um die Feuchtigkeit zu entfernen. Das steht im Gegensatz zum Stand der Technik, wo entweder einer oder ein anderer dieser ineffizienten Schritte durchzuführen sind.

**[0023]** Einige Ausführungen der Erfindung bieten eine kombinierte Entfeuchter/Klimaanlage, bei welcher nur die „frische“, unbehandelte Luft zuerst entfeuchtet und dann von der Klimaanlage gekühlt wird. Dies erlaubt dem Entfeuchter und der Klimaanlage mit hoher Effizienz zu arbeiten, da der Entfeuchter nur an nasser „frischer“ Luft arbeitet und die Klimaanlage nur eine relativ trockene Luft kühlt.

**[0024]** Demnach ist bei einigen Ausführungen der Erfindung die Menge an Abwärme, die von der Klimaanlage erzeugt wird, vergleichsweise hoch und die Wärmeanforderungen an den Entfeuchter sind vergleichsweise niedrig, da ein großer Anteil der Wärme zur Regeneration von der Wärmepumpe geliefert wird.

**[0025]** Gemäß einem Aspekt einiger Ausführungsformen der Erfindung wird eine einfache Methode vorgeschlagen, wie man Klimaanlage und einen Entfeuchter in einem System integriert. Gemäß der beispielhaften Ausführung der Erfindung sind die Klimaanlage und der Entfeuchter separate Einheiten ohne Verbindungsrohre für die Luft. Jedoch im Gegensatz zum Stand der Technik bieten diese Ausführungsformen Vorteile, indem man die Abwärme der Klimaanlage als Regenerationsenergie für den Entfeuchter

nutzt.

**[0026]** Gemäß einem Aspekt einiger Ausführungsformen der Erfindung wird die Feuchtigkeit im stationären Zustand aus dem Entfeuchterteil des Systems zum Regenerator transferiert, ohne notwendigerweise die Flüssigkeit aus dem Regenerator zurück zum Entfeuchter zu transferieren.

**[0027]** Gewöhnlich muss bei Systemen mit flüssigem Entfeuchter die Feuchtigkeit aus dem Entfeuchterbereich in den Regenerationsbereich transferiert werden. Da die Feuchtigkeit als feuchtigkeitsreiches (mit niedriger Konzentration) Trockenmittel vorliegt, wird dies durch Pumpen oder sonstigen Transfer des Trockenmittels durchgeführt. Da das Trockenmittel auch Trockenmittel-Ionen enthält, müssen sie in den Entfeuchter zurück gebracht werden, damit der fürs Entfeuchten notwendige Level der Trockenmittel-Ionen erhalten bleibt. Das wird normalerweise dadurch erreicht, dass das hoch konzentrierte Trockenmittel aus dem Regenerator- in den Entfeuchter-Bereich gepumpt wird. Allerdings wird zusätzlich zu den Ionen auch Feuchtigkeit transferiert. Da die zusätzliche Energie, die zum Pumpen gebraucht wird, sowohl signifikant als auch insignifikant sein kann, ist der unachtsame Wärmetransport beim Pumpen der Feuchtigkeit zurück in den Entfeuchter signifikant bei der Effizienzreduzierung des Systems.

**[0028]** Bei einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Behälter im Entfeuchter- und Regenerator-Bereich mit einem Durchgang verbunden, der nur einen limitierten Durchfluss erlaubt. Vorzugsweise hat der Durchgang die Form einer Blende in einer Wand, die die beiden Behälter trennt.

**[0029]** Während der Arbeit erhöht sich der Volumen im Entfeuchterbereich als Folge der Feuchtigkeitsaufnahme, was zu einem schwerkraftbedingten Fluss des feuchtigkeitsreichen (niedrige Konzentration) Trockenmittels aus dem Entfeuchter-Behälter ins Regenerations-Behälter führt. Dieser Fluss bringt auch einen Fluss an Trockenmittel-Ionen mit sich, die wieder zurück in den Entfeuchterbereich gebracht werden müssen. Wie oben gezeigt, wird es nach dem Stand der Technik mit dem Pumpen der Ionenreichen Trockenmittellösung aus dem Regenerator- in den Entfeuchter-Bereich erreicht. In der beispielhaften Ausführungsform der Erfindung wird der Rückfluss der Ionen mit Hilfe eines Durchlasses erreicht, von der hohen Konzentration im Behälter zur niedrigen Konzentration im Behälter. Die Erfinder haben herausgefunden, dass überraschenderweise die Diffusion ausreicht, um die erforderliche Ionenkonzentration im Entfeuchter aufrechtzuerhalten, und dass der Rückfluss nicht mit dem unerwünschten Hitze-transfer verknüpft ist, der mit dem Transfer der (heißen) Feuchtigkeit zusammen mit den Ionen verknüpft ist, wie beim Stand der Technik beschrieben.

**[0030]** Bei den beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung werden keine Pumpen verwendet, um das Trockenmittel zwischen den Behältern oder dem Entfeuchter-Sektion und dem Regenerator in keine der beiden Richtungen zu transportieren.

**[0031]** Gemäß einem Aspekt einiger Ausführungen der Erfindung wird ein Entfeuchter vorgeschlagen, bei welchem das flüssige Trockenmittel nicht zwischen den beiden Seiten des Entfeuchters gepumpt wird.

**[0032]** Gemäß der beispielhaften Ausführungsform der Erfindung wird eine Vorrichtung zur Klimatisierung der Luft angeboten, umfassend:  
eine Menge von flüssigem Trockenmittel;  
ein erstes Volumen für den Luft-Trockenmittel-Kontakt, in welchem zu klimatisierende Luft mit einem ersten Teil des flüssigen Trockenmittels in Kontakt gebracht wird;  
ein zweites Volumen für den Luft-Trockenmittel-Kontakt, in welchem die Außenluft mit einem zweiten Teil des flüssigen Trockenmittels in Kontakt gebracht wird; und  
ein Kühlsystem, bestehend aus:  
einem ersten Wärmeaustauscher, der mit dem ersten Teil des flüssigen Trockenmittels assoziiert ist;  
einem zweiten Wärmeaustauscher, der mit dem zweiten Teil des flüssigen Trockenmittels assoziiert ist;  
einem dritten Wärmeaustauscher, der zum Wärmeaustausch mit der besagten zu klimatisierenden Luft aufgestellt ist, nachdem diese das erste Volumen zum Luft-Trockenmittel-Kontakt verlässt; und  
Kanäle fürs Kühlmittel, die die besagten Elemente des Kühlsystems verbinden.

**[0033]** Bei einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist das erste Volumen für den Luft-Trockenmittel-Kontakt im Entfeuchterbereich enthalten, wobei in diesem Bereich die zu klimatisierende Luft in Kontakt mit einem ersten Teil des flüssigen Trockenmittels gebracht wird.

**[0034]** Bei einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist das zweite Volumen für den Luft-Trockenmittel-Kontakt im Regeneratorbereich enthalten, wobei in diesem Bereich die Außenluft in Kontakt mit einem zweiten Teil des flüssigen Trockenmittels gebracht wird.

**[0035]** Bei einer Beispielhaften Ausführungsform der Erfindung kommt der dritte Wärmeaustauscher nicht in Kontakt mit dem flüssigen Trockenmittel und die darin klimatisierte Luft wird vom dritten Wärmeaustauscher erwärmt.

**[0036]** Optional befindet sich der erste Wärmeaustauscher auf einer niedrigeren Temperatur als der zweite Wärmeaustauscher.

**[0037]** Optional ist das Kühlsystem im Eingriff, um die Wärme vom ersten Wärmeaustauscher zum zweiten Wärmeaustauscher zu transferieren.

**[0038]** Optional umfasst das Kühlsystem einen Kompressor und Rohre zwischen den besagten Wärmeaustauschern, wobei die Rohre so aufgebaut sind, dass die Wärme vom ersten Wärmeaustauscher zum zweiten Wärmeaustauscher transferiert wird.

**[0039]** Bei einigen beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung umfasst die Vorrichtung ein Rohr für Wassermoleküle, wobei die Vorrichtung so aufgebaut ist, dass die zu klimatisierende Luft im ersten Kontaktvolumen mittels des Rohrs entfeuchtet wird. Optional wird das flüssige Trockenmittel nicht zwischen einem das erste Kontaktvolumen umfassenden Entfeuchter und einem das zweite Kontaktvolumen umfassenden Regenerator gepumpt. Optional beinhaltet die Vorrichtung ferner eine Pumpe, um das flüssige Trockenmittel zwischen dem das erste Kontaktvolumen umfassenden Entfeuchter und dem das zweite Kontaktvolumen umfassenden Regenerator zu pumpen.

**[0040]** Bei einer Ausführungsform der Erfindung beinhaltet die Vorrichtung einen vierten Wärmeaustauscher. Optional, ist der vierte Wärmeaustauscher angeordnet, um den Wärmeaustausch mit der besagten Außenluft zu gewährleisten, bevor sie den Regenerator betritt, sodass die Außenluft dabei erwärmt wird.

**[0041]** Bei einer Ausführungsform der Erfindung haben die Kühlmittelkanäle eine regulierbare Konfiguration, die eine Menge an Flusskonfigurationen ermöglicht, wobei jede der besagten Konfigurationen einen unterschiedlichen Pfad des Kühlmittels zwischen den Elementen des Kühlsystems anbietet. Optional wird die Konfiguration durch Ventile ausgewählt.

**[0042]** Bei einer Ausführungsform der Erfindung beinhaltet die Menge der Konfigurationen eine erste Konfiguration, bei welcher die Wärme von dem ersten Wärmeaustauscher zum zweiten und dritten Wärmeaustauscher transferiert wird, um dadurch die zu klimatisierende Luft zu erwärmen. Bei einer Ausführungsform der Erfindung haben der erste Wärmeaustauscher und/oder der dritte Wärmeaustauscher eine höhere Temperatur als das Kühlmittel beim ersten Wärmeaustauscher. Optional fließt bei der ersten Konfiguration kein Kühlmittel in den vierten Wärmeaustauscher.

**[0043]** Bei einer Ausführungsform der Erfindung beinhaltet die Menge der Konfigurationen eine zweite Konfiguration, bei welcher die Wärme von dem ersten Wärmeaustauscher zum zweiten und vierten Wärmeaustauscher transferiert wird. Bei einer Ausführungsform der Erfindung hat das Kühlmittel im zweiten Wärmeaustauscher und/oder im vierten

Wärmeaustauscher eine höhere Temperatur als das Kühlmittel im ersten Wärmeaustauscher. Optional fließt bei der zweiten Konfiguration kein Kühlmittel in den dritten Wärmeaustauscher.

**[0044]** Bei einer Ausführungsform der Erfindung beinhaltet die Menge der Konfigurationen eine dritte Konfiguration, bei welcher die Wärme von dem zweiten Wärmeaustauscher zum dritten Wärmeaustauscher transferiert wird. Bei einer Ausführungsform der Erfindung hat das Kühlmittel im dritten Wärmeaustauscher eine höhere Temperatur als das Kühlmittel im zweiten Wärmeaustauscher. In einer Ausführungsform der Erfindung wird die Wärme von dem zweiten Wärmeaustauscher zum vierten Wärmeaustauscher. In einer Ausführung der Erfindung bei der dritten Konfiguration hat das Kühlmittel im vierten Wärmeaustauscher eine höhere Temperatur als das Kühlmittel im zweiten Wärmeaustauscher. Optional fließt bei der dritten Konfiguration kein Kühlmittel in den ersten Wärmeaustauscher.

#### Kurze Beschreibung der Figuren

**[0045]** Bestimmte Ausführungen der Erfindung werden beschrieben mit Bezug zu der folgenden Beschreibung der beispielhaften Ausführungsformen in Verbindung mit den Figuren, bei welchen identische Strukturen, Elemente oder Teile, die bei mehr als einer Figur vorkommen, generell mit der selben oder ähnlichen Nummer bei allen Figuren bezeichnet werden, bei welchen sie auftauchen, wobei:

**[0046]** [Fig. 1](#) Kühl- und Entfeuchtungs-Kurven für die herkömmlichen Klimaanlage und Luftentfeuchter zeigt;

**[0047]** [Fig. 2](#) schematisch eine Entfeuchter-Einheit zeigt, die entsprechend der Erfindung bei einem kombinierten Entfeuchter/Klimaanlage-System einsetzbar ist;

**[0048]** [Fig. 3A](#) schematisch eine zweite Entfeuchter-Einheit zeigt, die entsprechend der alternativen Ausführung der Erfindung bei einem kombinierten Entfeuchter/Klimaanlage-System einsetzbar ist, bei welcher die in den Regenerator kommende Luft das Kühlmittel kühlt, das den Regenerator verlässt;

**[0049]** [Fig. 3B](#) schematisch eine dritte Entfeuchter-Einheit zeigt, die entsprechend der alternativen Ausführung der Erfindung bei einem kombinierten Entfeuchter/Klimaanlage-System einsetzbar ist, bei welcher die den Entfeuchter verlassende Luft das Kühlmittel kühlt, das den Regenerator verlässt;

**[0050]** [Fig. 4A](#) schematisch ein einer Musterausführung der Erfindung entsprechendes System aus Entfeuchter-Einheiten zeigt, bei welchem die in den Regenerator kommende Luft das Kühlmittel kühlt,

das den Regenerator verlässt;

**[0051]** [Fig. 4B](#) schematisch ein einer Musterausführung der Erfindung entsprechendes System aus Entfeuchter-Einheiten zeigt, bei welchem die den Entfeuchter verlassende Luft das Kühlmittel kühlt, das den Regenerator verlässt;

**[0052]** [Fig. 4C](#) schematisch ein einer Musterausführung der Erfindung entsprechendes System aus Entfeuchter-Einheiten zeigt, bei welchem zwischen zwei Zuständen gewechselt werden kann, wobei beim ersten Zustand die den Entfeuchter verlassende Luft das das Regenerator verlassende Kühlmittel abkühlt und beim zweiten Zustand die in den Regenerator kommende Luft das Kühlmittel kühlt, das den Regenerator verlässt;

**[0053]** [Fig. 5A](#) eine erste auszuwählende Konfiguration des Entfeuchters nach einer Ausführung der Erfindung zeigt, bei welcher gekühlte entfeuchtete Luft erzeugt wird;

**[0054]** [Fig. 5B](#) eine zweite auszuwählende Konfiguration zeigt, bei welcher warme entfeuchtete Luft erzeugt wird;

**[0055]** [Fig. 5C](#) eine dritte auszuwählende Konfiguration zeigt, bei welcher warme, befeuchtete Luft erzeugt wird;

**[0056]** [Fig. 6](#) die Entfeuchtungskurven für einige der Systeme zeigt, die in Bezug auf [Fig. 2-4](#) beschrieben sind, zusammen mit Kurven für herkömmliche Klimaanlage und Luftentfeuchter;

**[0057]** [Fig. 7](#) eine Konstruktion zeigt, die für eine automatische Einstellung der Entfeuchtung dienlich ist; und

**[0058]** [Fig. 8](#) ein schematisches Diagramm des kombinierten Entfeuchter-Klimaanlage-Systems nach einer Ausführungsform der Erfindung ist.

#### Ausführliche Beschreibung beispielhafter Ausführungsformen der Erfindung

**[0059]** Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung werden Entfeuchter benutzt, die in den Anmeldungen des Antragstellers PCT/IL97/00372, eingereicht am 16. November 1997 und PCT/IL98/00552, eingereicht am 11. November 1998 beschrieben sind. Die Offenbarungen dieser Anträge sind hierin durch die Bezugnahme darauf inkorporiert. Diese Anmeldungen wurden am 27. Mai 1999 jeweils als WO 99/26025 und WO 99/26026 veröffentlicht und anschließend als US-Patentanmeldungen entsprechend 09/554,398 und 09/554,397 eingereicht. Angesichts des potentiellen Nutzens dieser Entfeuchter in der vorliegenden Erfindung, sind die darin be-



schriebenen Entfeuchter detailliert hierin beschrieben, zusammen mit den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

**[0060]** Betreffend zuerst der [Fig. 2](#) besteht ein Entfeuchter-System **10**, wie in den oben in Bezug genommenen Anmeldungen, aus zwei Hauptabschnitten: einer Entfeuchtungskammer **12** und einer Regeneratoreinheit **32**. Die feuchte Luft kommt in die Entfeuchtungskammer **12** durch den Feuchtluft-Einlass **14** und trockene Luft verlässt die Kammer **12** durch den Trockenluft-Auslass **16**.

**[0061]** Bei der Ausführungsform in der [Fig. 2](#) wird das Trockenmittel **28** mit einer Pumpe **20** aus der Trockenmittel-Kammer mittels eines Rohrs **13** zu einer Reihe Düsen **22** gepumpt. Diese Düsen versprühen das Trockenmittel als einen feinen Tropfenstaub in das Innere der Kammer **12**, die z.B. mit Zellulose-Schwamm **24** bedeckt ist, wie es normalerweise für solche Aufgaben verwendet wird. Ersatzweise wird das Trockenmittel einfach an das Schwammgewebe getropft. Das Trockenmittel sickert langsam nach unten durch das Schwammgewebe in den Behälter **30** durch. Die feuchte Luft kommt in die Kammer durch den Einlass **14** und kommt dabei in Kontakt mit den Trockenmittel-Tropfen. Da das Trockenmittel hygroskopisch ist, absorbiert es den Wasserdampf aus der feuchten Luft und eine trockenere Luft kommt aus dem Auslass **16** heraus. Der Behälter **30** befindet sich gewöhnlich auf dem Boden der Kammer **12**, sodass das Trockenmittel aus dem Schwamm **24** direkt in den Behälter fällt.

**[0062]** Bei dieser Ausführungsform pumpt die Pumpe **35** und der angeschlossene Motor **37** das Trockenmittel aus der Behältererweiterung **30** ins Rohr **13**. Der Verteiler **38** bekommt das Trockenmittel aus dem Rohr **13** und sendet einen Teil des Trockenmittels zu den Düsen **22** und einen Teil zur Regeneratoreinheit **32**. Ein Ventil oder Verengung **39** (vorzugsweise regulierbarer Ventil oder Verengung) kann sich an der Stelle befinden, um den Anteil des Trockenmittels zu regulieren, welcher zum Regenerator **32** geleitet wird. Falls ein regulierbarer Ventil oder eine Verengung verwendet wird, ist die Menge des Trockenmittels entsprechend dem Feuchtigkeitsanteil im Trockenmittel optimal gesteuert.

**[0063]** Die Kammer **34** beinhaltet einen Wärmeaustauscher **36**, welcher das Trockenmittel erwärmt, um einen Teil der Feuchtigkeit zu entfernen, dadurch das Trockenmittel regenerierend.

**[0064]** Das regenerierte flüssige Trockenmittel wird mittels eines Rohrs **40** und eines Rohrs **42** aus Schwammmaterial, ähnlich dem aus der Kammer **12**, in den Behälter **30** transferiert. Das Rohr **40** wird in der Kammer **58** angezeigt, welche einen Einlass **60** und einen Auslass **62** hat. Die Luft, normalerweise

von außerhalb des Bereichs, wo die Luft modifiziert wird, z.B. aus dem Klimaanlageabgas, wie unten beschrieben, kommt in die Kammer über den Einlass **60** und trägt die Zusatzfeuchtigkeit davon, die aus dem immer noch warmen Trockenmittel im Rohr **42** verdampft. Die aus dem Auslass **62** kommende Luft trägt diese Feuchtigkeit davon und zusätzlich noch die Feuchtigkeit, die aus dem Trockenmittel im Regenerator entfernt wurde. Üblicherweise saugt ein Ventilator (nicht gezeigt) am Ausgang **62** die Luft aus der Kammer **58** heraus.

**[0065]** Ersatzweise oder zusätzlich wird die Wärme aus dem regenerierten flüssigen Trockenmittel in das Trockenmittel, das in den Regenerator kommt oder bereits darin ist, dadurch transferiert, dass die beiden Trockenmittelströmungen in thermalen (nicht physischen) Kontakt zueinander in einer thermalen Transfer-Station gebracht werden. Ersatzweise oder zusätzlich kann eine Wärmepumpe benutzt werden, um die Zusatzenergie aus dem gekühlten, den Regenerator verlassenden Trockenmittel in das wärmere, in den Regenerator kommende Trockenmittel zu transferieren, sodass das Trockenmittel bei der Rückkehr in den Behälter tatsächlich kühler ist als das Trockenmittel, das in die Kammer **58** kommt.

**[0066]** Bei einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist ein Wärmepumpen-System **45** vorgesehen, welches die Wärme aus dem Trockenmittel im Behälter **30** extrahiert, um die Energie zum Erwärmen des Austauschers **36** zu beschaffen. Optional beinhaltet diese Wärmepumpe (zusätzlich zum Austauscher **36**, welcher der Verflüssiger des Systems ist) einen zweiten Wärmeaustauscher **46** im Behälter **30**, welcher der Verdampfer des Systems ist, und einen Expansionsventil **56**. Dieser Energietransfer bringt eine reduzierte Trockenmittelftemperatur mit sich, welches die trocknende Luft kontaktiert und dadurch die Temperatur der trockenen Luft reduziert. Zweitens reduziert dieser Energietransfer den Gesamtenergiebedarf für die Arbeit des Regenerators gewöhnlich bis um den Faktor 3. Da die Energie, die beim Regenerationsprozess verwendet wird, den größten Energiebedarf für das System darstellt, kann diese Reduktion in Energienutzung einen großen Effekt an der Gesamteffizienz des Systems haben. Zusätzlich kann diese Methode der Trockenmittelerwärmung im Regenerator von direkter Erwärmung unter Verwendung der Heizkohle oder der Abwärme aus der angeschlossenen Klimaanlage ergänzt werden.

**[0067]** Es gilt zu beachten, dass der Wasseranteil im Trockenmittel im Behälter **30** und im regenerierten Trockenmittel sich gewöhnlich innerhalb bestimmter Grenzen aufhalten muss, dessen Grenzen vom jeweiligen eingesetzten Trockenmittel abhängig sind. Ein niedrigerer Grenzwert des benötigten Feuchtigkeitsniveaus wird benötigt, um das Trockenmittel aufzulösen und damit das Trockenmittel in der Lösung

bleibt und nicht kristallisiert. Jedoch wenn das Feuchtigkeitsniveau zu hoch ist, wird das Trockenmittel bei der Feuchtigkeitsentfernung aus der Luft, die in die Kammer **12** kommt, ineffizient. Folglich kann es bei dieser Ausführung erwünscht sein, dass das Feuchtigkeitsniveau überwacht und kontrolliert wird. Es sollte beachtet werden, dass einige Trockenmittel auch ohne die absorbierte Feuchtigkeit flüssig sind. Das Feuchtigkeitsniveau braucht bei diesen Trockenmitteln nicht so genau kontrolliert werden. Jedoch sollte selbst in diesen Fällen der Regenerationsprozess (welcher Energie verbraucht) nur ausgeführt werden, wenn das Feuchtigkeitsniveau im Trockenmittel über einem bestimmten Niveau ist.

**[0068]** Diese Überwachungsfunktion wird normalerweise ausgeführt, indem man das Volumen des Trockenmittels misst, welches beim steigenden Feuchtigkeitsgehalt steigt. Eine Methode, wie man das Volumen der Flüssigkeit im Behälter misst, ist die Druckmessung im umgedrehten Gefäß **50**, wessen Öffnung in die Flüssigkeit im Behälter platziert ist. Ein Rohr **52** führt aus dem Gefäß **50** zur Druckanzeige **54**. Mit dem steigenden Volumen des Trockenmittels von der Aufnahme der Feuchtigkeit, steigt der Druck, der vom Messgerät erfasst wird. Da der Volumen des Trockenmittels in der Entfeuchterkammer und im Regenerator ziemlich konstant ist, gibt dies ein gutes Indiz bzgl. der Menge des Trockenmittels und dadurch der in das Trockenmittel eingeschlossenen Feuchtigkeitsmenge. Wenn das Feuchtigkeitsniveau über einen bestimmten voreingestellten Wert steigt, wird die Heizung in der Kammer **34** eingeschaltet. Optional kann die Heizung abgestellt werden, sobald das Feuchtigkeitsniveau unter einen anderen, niedrigeren voreingestellten Wert fällt.

**[0069]** Andere Faktoren, die den Einschalt- und Abschalt-Punkt des Regenerationsprozesses beeinflussen können, sind die Temperatur der Trockenluft, die Regenerationswirksamkeit und die Wirksamkeit der Wärmepumpe. Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung kann es empfehlenswert sein, Direkterwärmung des Trockenmittels beim Regenerationsprozess zu gewährleisten.

**[0070]** Bei anderen Ausführungsformen sind Wärmepumpen oder andere Wärmetransfermittel (zur Einfachheit nicht angezeigt) vorgesehen, um die Wärme aus der getrockneten Luft, die die Kammer **12** verlässt bzw. aus der erwärmten feuchten Luft, die die Regeneratorkammer **34** verlässt, um das Trockenmittel auf dem Weg zu oder in der Kammer **34** zu erwärmen. Falls Wärmepumpen benutzt werden, kann die Wärmequelle eine niedrigere Temperatur haben als das Trockenmittel, zu welchem die Wärme transferiert wird.

**[0071]** Es gilt zu beachten, dass das Kühlen des Trockenmittels im Behälter zu einer trockenen Luft

beim Verlassen des Entfeuchters führen kann, die die gleiche oder optional eine niedrigere Temperatur hat als die feuchte Luft beim Eintritt in den Entfeuchter, sogar vor jeglicher zusätzlicher optionaler Kühlung der Luft. Diese Eigenschaft ist besonders nützlich, wenn der Entfeuchter im warmen Klima benutzt wird, wo die Umgebungstemperatur bereits hoch ist.

**[0072]** Wie oben angedeutet, ist eins der Probleme mit den Entfeuchtersystemen das Problem der Wassermengenbestimmung in der Trockenmittellösung, sodass der Wassergehalt in der Trockenmittellösung im richtigen Bereich gehalten werden kann. Ein selbst regulierendes Trockenmittel **100**, d.h. selbst regulierend bzgl. des Wassergehaltes in der Trockenmittellösung, der keine Messung von Volumen oder Wassergehalt in der Trockenmittellösung braucht, ist auf der [Fig. 3A](#) gezeigt. Weiterhin arbeitet der Entfeuchter bis eine vorbestimmte Feuchtigkeit erreicht ist und hört danach auf die Feuchtigkeit zu reduzieren ohne jegliche Kontrollen oder Abschaltungen.

**[0073]** Der Entfeuchter **100** ist ähnlich dem Entfeuchter **10** auf [Fig. 2](#) mit einigen wesentlichen Unterschieden. Erstens benötigt das System keine Messung des Wassergehaltes und hat daher keine Volumenbestimmung beim Trockenmittel. Jedoch kann solche Messung als Sicherheitsmaßnahme angeboten werden, falls die Lösung zu konzentriert wird.

**[0074]** Zweitens transferiert die Wärmepumpe die Wärme zwischen den zwei Strömen der Trockenmittellösung aus dem Behälter **30** (welcher in geeigneter Weise in zwei Teile **30A** und **30B** aufgeteilt ist und mit dem Rohr **30C** verbunden ist), nämlich wird der erste Strom zu den Düsen **22** vom Pumpensystem **130** mit Hilfe des Rohrs **102** gepumpt und der zweite Strom zur Regeneratoreinheit **32** mit dem Pumpensystem **132** mit Hilfe des Rohrs **104** gepumpt.

**[0075]** Bei einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Rohre **30C** (einschließlich der gezeigten Umlaufleitungen) so konstruiert, dass ihr Haupteffekt darin besteht, ein einheitliches Niveau der Lösung in den Teilen **30A** und **30B** zu generieren. Im Allgemeinen ist es wünschenswert, dass die beiden Behälterteile unterschiedliche Temperatur haben. Dies führt zwangsläufig zu unterschiedlichen Trockenmittelkonzentrationen. Jedoch ist es als allgemein wünschenswert bedacht, dass zwischen den Teilen eine Mischung durch die Umlaufleitungen gewährleistet wird, um den Flüssigkeitstransport aus einem Teil in das andere zu gewährleisten. Bei einigen Ausführungen der Erfindung wird ein Temperaturunterschied von 5°C erhalten, optional sind 10°C oder mehr, oder 15°C oder sogar noch mehr. Deshalb hat der Behälterteil **30A** bei einer beispielhaften Ausführungsform eine Temperatur von 30°C oder mehr und der Behälterteil **30B** hat eine Temperatur 15°C oder weniger.



[0076] [Fig. 3A](#) zeigt eine andere Bauart der Regeneratoreinheit **32**, die ähnlich dem Entfeuchterteil ist. Weiterhin trägt kein Teil bei der [Fig. 3A](#) Zelluloseschwamm.

[0077] Solches Material kann zur Ausführung von [Fig. 3A](#) hinzugefügt werden oder es kann aus der Ausführung von der [Fig. 2](#) ausgelassen werden und durch den Sprühmechanismus aus der [Fig. 3A](#) ersetzt werden.

[0078] Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung, die auf die [Fig. 2](#) oder [Fig. 3A](#) anwendbar sind, werden die Sprühdüsen nicht benutzt. Um genau zu sein werden die Sprühdüsen durch eine Tropfkörperanlage ersetzt, von welcher die Flüssigkeit auf den Zelluloseschwamm abtropft, um ihn kontinuierlich zu nassen. Solche Systeme werden z.B. in der oben erwähnten Anmeldung PCT/IL98/00552 gezeigt.

[0079] Zurückkehrend zur [Fig. 3A](#), saugt das Wärmepumpensystem **45** die Wärme aus der Trockenmittellösung im Rohr **102** ab und transferiert sie zum Trockenmittel im Rohr **104**. Wärmepumpensystem **45** beinhaltet, zusätzlich zu den Elementen aus der Ausführung aus der [Fig. 2](#), einen optionalen Wärmeaustauscher **136**, um einen Teil der Wärme vom Wärmeaustauscher **104** verlassenden Kühlmittel zur regenerierenden Luft zu transferieren. Optional wird der Kompressor auch von der regenerierenden Luft gekühlt. Jedoch wenn die Luft zu heiß ist, kann zusätzliche Luft benutzt werden, die noch nicht im Regenerator verwendet wurde, um den Kompressor und das Kühlmittel zu kühlen. Alternativ kann nur solche Luft zur Kühlung verwendet werden.

[0080] Wenn man das Kühlmittel und/oder den Kompressor auf diese Weise kühlt, resultiert es in Entfernung zusätzlicher Luft aus dem System, was es dem Kühlsystem erlaubt, bei einer niedrigeren Temperatur zu arbeiten. Wenn man das System ohne solche zusätzliche Kühlung betreibt, kann es dazu führen, dass das Kühlmittel im Dauerzustand zu heiß wird, um richtig zu funktionieren.

[0081] Die resultierende Erwärmung der in den Regenerator kommenden Luft, steigert die Möglichkeit der Luft, die Feuchtigkeit aus dem Trockenmittel zu entfernen. Die Wärmepumpe **45** wird eingesetzt, um eine feste Wärmemenge zu transferieren. In der Ausführung der Erfindung wird der Sollwert der Feuchtigkeit durch Kontrolle der Wärmemenge bestimmt, die zwischen den beiden Strömen transferiert wird.

[0082] Man betrachte das System, das in der [Fig. 3A](#) gezeigt wird, bei welchem die in die Entfeuchterkammer **12** kommende Luft 30°C und 100% Feuchtigkeit hat. Weiterhin nehme man an, dass die Flüssigkeitsmenge, die aus der Luft entnommen wird, ihre Feuchtigkeit auf 35% reduziert ohne ihre

Temperatur zu verändern. Bei einer solchen Situation wird die Wärmemenge, die zwischen den Strömen der Trockenmittellösung transferiert wurde, der Verdampfungswärme des Wassers entsprechen, das aus der Luft entfernt wurde, sodass die Temperatur der ins Behälter **20** aus der Kammer **12** fallenden Trockenmittellösung der beim Eintritt gleich bleibt, mit der Ausnahme, dass sie eine bestimmte Flüssigkeitsmenge aus der Luft absorbiert hat.

[0083] Weiterhin wird angenommen, dass der Regenerator so aufgebaut ist, dass er bei dieser gleichen Temperatur und Luftfeuchtigkeit dieselbe Wassermenge aus der Trockenmittellösung entfernt. Dies kann einen zusätzlichen Wärmeeinsatz erfordern (zusätzlich zur Wärme, die von der Wärmepumpe vorhanden ist).

[0084] Es wird weiterhin angenommen, dass die in die Entfeuchterkammer kommende Luft eine niedrigere Luftfeuchtigkeit hat, z.B. 80%. Bei dieser Luftfeuchtigkeit wird weniger Flüssigkeit entfernt (da die Effizienz des Wasserentfernens von der Luftfeuchtigkeit abhängt) und deshalb sinkt auch die Temperatur der die Entfeuchterkammer verlassenden Trockenmittellösung. Da jedoch weniger Wasser in die Trockenmittellösung aus der Entfeuchterkammer gekommen ist, sinkt auch die Wassermenge, die aus der Lösung im Regenerator entfernt wird. Das führt zu einer neuen Balance mit weniger Wasser, das entfernt wird, und mit einer niedrigeren Temperatur der Trockenmittellösung. Eine niedrigere Temperatur der Trockenmittellösung führt zur kühleren Luft. Folglich sinkt auch die Temperatur der Ausgangsluft. Die relative Luftfeuchtigkeit bleibt jedoch im Wesentlichen gleich. Es gilt zu beachten, dass die Herabsetzung der Temperatur von Eingangsluft im Wesentlichen denselben Effekt hat.

[0085] Im Allgemeinen ist das System selbstregulierend, wobei die Entfeuchtung ab einem bestimmten Luftfeuchtigkeitsniveau abstellt. Das Luftfeuchtigkeitsniveau, ab welchem dies geschieht, wird vom Fassungsvermögen der aus den Düsen **22** gesprühten Lösung abhängen, Feuchtigkeit aufzunehmen und der Fähigkeit und der Leistung der aus den Düsen **22'** gespritzten Lösung, Feuchtigkeit abzugeben.

[0086] Im Allgemeinen sinkt die Fähigkeit des Entfeuchters, Feuchtigkeit aus der Luft zu entfernen, sobald die Luft am Einlass **14** weniger feucht (relative Feuchtigkeit) wird. Dadurch wird die Lösung bei jedem Durchgang durch das Rohr **102** gekühlt und der Trockenmittelanteil in der Lösung erreicht ein bestimmtes Niveau. Ähnlich je weniger Feuchtigkeit aus der Luft entfernt wird, desto konzentrierter wird die Lösung in **30A** und es wird weniger Feuchtigkeit daraus entfernt (alles, was geschieht, ist dass sie aufgeheizt wird). An einem Punkt angekommen, stoppt sowohl die Entfernung als auch die Aufnahme der

Feuchtigkeit aus bzw. durch die Lösung, da die entsprechenden Lösungen, die in die Entfeuchter- und Regenerations-Kammer kommen, ausgeglichen mit der Luft sind, in welche bzw. aus welcher die Feuchtigkeit normalerweise transferiert wird.

**[0087]** Es gilt zu beachten, dass dieser Punkt der Luftfeuchtigkeit durch die Menge der zwischen den Lösungen in den Rohren **102** und **104** transferierten Wärme angepasst werden kann. Wenn mehr Wärme transferiert wird, ist das Trockenmittel in der Entfeuchterkammer kühler und das Trockenmittel in der Regenerationskammer wärmer. Das verbessert die Fähigkeit sowohl von der Entfeuchterkammer als auch vom Regenerator, Feuchtigkeit zu transferieren, und der Punkt des Feuchtigkeitsgleichgewichts ist herabgesetzt. Sollte weniger Wärme aus dem Entfeuchter zum Regenerator gepumpt werden, so resultiert es in einer höheren Luftfeuchtigkeit. Zusätzlich wird der Punkt ein wenig von der relativen Luftfeuchtigkeit der in den Regenerator kommenden Luft abhängen.

**[0088]** Die auf der [Fig. 3A](#) gezeigte und oben beschriebene Vorrichtung führt zur trockenen, gewöhnlich kühleren Luft, die den Auslass **16** verlässt, als die in den Einlass **14** kommende Luft.

**[0089]** Manchmal ist es erwünscht, dass die den Auslass **16** verlassende Luft sowohl erwärmt als auch entfeuchtet werden soll. Um ein solches Ergebnis zu erreichen, kann die Vorrichtung auf der [Fig. 3B](#) verwendet werden. Die Vorrichtung auf dem [Fig. 3B](#) ist dieselbe wie auf der [Fig. 3A](#) mit der Ausnahme, dass der Austauscher **136** vom Eingang des Regenerators zum Ausgang des Entfeuchters versetzt und mit **136'** bezeichnet ist. Die Vorrichtung, die auf der [Fig. 3B](#) gezeigt ist, produziert entfeuchtete, erwärmte Luft.

**[0090]** [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) zeigen einen anderen Entfeuchter **200**, bei welchem das Pumpen des Trockenmittels nicht erforderlich ist. Abgesehen davon, wie unten beschrieben, ist er im Allgemeinen den Entfeuchtern auf den [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#), außer dass die Trockenmittelflüssigkeit zwischen den Wannen **30A** und **30B** nicht gepumpt wird. ([Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) haben einen etwas unterschiedlichen Aufbau verglichen mit den [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#).) Die Erfinder haben überraschend herausgefunden, dass der richtig geformte und von der Größe angepasste Durchlass, wie der Durchlass **202**, der die beiden Wannen verbindet, einen geeigneten Weg anbietet, um den notwendigen Transfer zwischen den beiden Wannen zu gewährleisten.

**[0091]** Im Allgemeinen reicht in einem System mit Flüssigtrockenmittel, wie das von den [Fig. 3](#) bzw. [4](#), die Wanne **30B** (die Wanne der Entfeuchterkammer **12**) zusätzliche Feuchtigkeit vgl. mit der Wanne **30A**

(die Wanne des Regenerators **32**) an. Diese zusätzliche Feuchtigkeit muss in die Wanne **30A** oder direkt zum Regenerator transferiert werden, um die Feuchtigkeit aus dem Trockenmittel zu entfernen. Zusätzlich ist die Trockenmittelkonzentration in der Wanne **30B** wesentlich geringer als in der Wanne **30A**, und der Trockenmittelanteil in der Wanne **30A** muss ständig erhöht werden, sodass die Effizienz und Trocknerfunktion der Regenerierung hoch gehalten wird.

**[0092]** Eine Möglichkeit, das Problem zu bewältigen, ist eine einzelne Wanne zu verwenden, wie bei der Vorrichtung auf der [Fig. 2](#). Dies führt jedoch zur im Wesentlichen gleichen Temperatur des Trockenmittels, das für Entfeuchtung und für Regenerierung verwendet wird. Das führt zu einem Effizienzverlust.

**[0093]** Bei den Entfeuchtern auf den [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) werden die Wannen separat gehalten und die Pumpen werden dafür benutzt, um die Flüssigkeit aus einer Wanne in die andere zu pumpen. Dies ermöglicht eine Aufrechterhaltung des Temperaturunterschieds zwischen den Wannen und somit zwischen den Regenerator- und Entfeuchterabschnitten. Wie oben angedeutet, ist das Rohr **30C** so konstruiert, dass nur ein minimaler Flüssigkeitstransfer zwischen den Wannen erfolgt, was einen relativ hohen Temperaturunterschied bewahrt.

**[0094]** Jedoch ist der Flüssigkeitstransfer auf den [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) ineffizient, da das Trockenmittel unvermeidlich aus dem Entfeuchterabschnitt zum Regenerator und Feuchtigkeit in den Entfeuchterabschnitt aus dem Regenerator transferiert wird. Zusätzlich wird auch ein unerwünschter Feuchtigkeit-Trockenmittel-Gleichgewicht in den Wannen erhalten, um den Temperaturunterschied zu erhalten, selbst wenn es durch das Pumpen reduziert wird. (Die Trockenmittelkonzentration ist in der Regeneratorwanne höher als in der Wanne des Entfeuchterabschnitts.) Diese beiden Effekte führen zur verminderten Effizienz beider Abschnitte des Entfeuchters.

**[0095]** Die Vorrichtung auf den [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) lösen dieses Problem dadurch, dass sie die Trockenmittel und Salze zwischen den Flüssigkeiten in den Wannen durch Diffusion transferieren eher die Trockenmittellösung zwischen den Wannen gepumpt wird. Netto gesehen werden nur die Ionen des Trockenmittelsalzes aus der Regeneratorwanne zu den Pumpen transferiert und nur Feuchtigkeit (netto gesehen) wird aus der Entfeuchterwanne in die Regeneratorwanne transferiert.

**[0096]** Bei den beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung ist ein Durchlass **202** zwischen den Wannen **30A** und **30B** vorgesehen. Die Größe und Platzierung dieses Durchlasses ist so gewählt, dass der Transfer Wasser- und Trockenmitteliolen zwischen den Wannen ohne einen unerwünschten Wär-

metransferumfang gewährleistet wird, insbesondere aus dem wärmeren in den kälteren Behälter. In der Praxis kann die Größe des Durchlasses erhöht werden, sodass bei voller Entfeuchtung der Wärmefluss zwischen den Wannen auf einem akzeptablen Niveau ist. Wenn das Loch zu groß ist, scheint es da einen Wärmefluss aus dem wärmeren Regeneratorbehälter in den kühleren Entfeuchterbehälter zu geben. Unerwünschter Wärmefluss kann dadurch ermittelt werden, dass die Temperatur neben dem Loch gemessen wird und mit der Temperatur in der Hauptlösungsmenge der Wanne verglichen wird. Wenn das Loch zu groß ist, dann wird es einen signifikanten Wärmefluss aus der Wanne **30B** in die Wanne **30A** geben. Wenn die Lochgröße zu sehr verkleinert wird, dann wird der Ionen transfer reduziert und die Gesamteffizienz wird reduziert.

**[0097]** Es gilt zu beachten, dass die Ausführungsform der [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) einen Temperaturunterschied derselben Ordnung (oder sogar größer) als die der [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) gewährleisten kann.

**[0098]** Während die Größe wie oben beschrieben empirisch ermittelt werden kann, ist der Durchlass bei dem beispielhaften, jedoch nicht limitierenden Versuchssystem, rechteckig mit gerundeten Ecken mit einer Breite von 1–3 cm (vorzugsweise ca. 2 cm) und einer Höhe von 1–10 cm, abhängig von der Leistungsstärke des Systems. Vorzugsweise wird das Loch auf dem Unterteil des Bereiches zwischen den Behältern gemacht, um den Vorteil der höheren Salzkonzentration im Regeneratorbehälter auf dem Boden auszunutzen. Die zusätzliche Höhe erlaubt es dem System selbst unter extremen Bedingungen zu arbeiten, wenn die Kristallisation auf dem Boden des Behälters aufgetreten ist (die den Durchlass versperren kann). Alternativ ist der Durchlass als eine Serie in die Höhe verteilter Löcher definiert. Alternativ ist der Durchlass als ein Schlitz unten und Löcher in regelmäßigen Abständen über ihm definiert. In diesen Situationen ist die Diffusionsmenge der Salz-Ionen von der Flüssigkeitsmenge im System abhängig, was wiederum von der Luftfeuchtigkeit abhängt. Wenn es mehr Feuchtigkeit im System gibt, dann steigt die Flüssigkeit und auch der Wasser- und Ionen-Fluss (durch Diffusion in die entgegen gesetzten Richtungen).

**[0099]** Es gilt zu beachten, dass die Größe und Positionierung des Durchlasses oder der Durchlässe von vielen Faktoren abhängt und dass das oben angegebene Beispiel empirisch ermittelt wurde.

**[0100]** Einige Punkte über den Entfeuchter der [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) sollten erwähnt werden. Ein Nettofluss der Feuchtigkeit durch den Durchlass **202** aus dem Behälter **30B** ist vorhanden, wenn das System einen stabilen Zustand erreicht hat und die Luftbeschaffenheit konstant ist. Tatsächlich da der Ent-

feuchterabschnitt kontinuierlich dem Trockenmittel Feuchtigkeit zufügt und der Regenerator kontinuierlich Feuchtigkeit daraus entfernt, ist dies zu erwarten. Während der Arbeit ist die Ionenkonzentration im Behälter **30A** gewöhnlich höher als im Behälter **30B**. Das wird stimmen, weil das Trockenmittel in **30A** fortlaufend konzentriert wird und das in **30B** fortlaufend verwässert wird. Dieser Konzentrationsunterschied bewirkt einen diffusiven Ionenfluss aus dem Behälter **30A** ins Behälter **30B** über den Durchlasser **202**. Jedoch wird dies durch den Ionenfluss aus dem Behälter **30B** ins Behälter **30A** ausgeglichen, das durch den Lösungsfluss in diese Richtung bedingt wird. Das resultiert in einem nicht vorhandenen Nettofluss aus einem Behälter ins andere. Während der Zeit der wechselnden Bedingungen der Eingangsluft kann es zu einem vorübergehenden Ionennettofluss kommen.

**[0101]** Während der Anlaufphase steigt die Menge der Lösung des flüssigen Trockenmittels durch die Beigabe der aus der Luft entnommenen Feuchtigkeit. Das bedeutet, dass es während dieser vorübergehenden Zeit einen Nettotransfer der Trockenmitteli-onen aus dem Behälter **30B** ins Behälter **30A** gibt, was zur niedrigeren Trockenmittelkonzentration im Behälter **30B** als im Behälter **30A** während des stationären Zustands führt.

**[0102]** Im praktischen System beträgt die Temperatur des Trockenmittels während des stationären Zustands im Behälter **30B** 15°C und die Konzentration beträgt 25% nach Salzgewicht. Optional ist das verwendete Salz Lithium-Chlorid, da es sich hierbei um ein stabiles Salz mit relativ hoher Entfeuchtereigenschaft handelt. Lithium-Bromid ist ein sogar noch besserer Entfeuchter, ist aber weniger stabil; es kann gleichfalls verwendet werden. Andere nützliche Salze beinhalten Magnesium-Chlorid, Calcium-Chlorid und Natrium-Chlorid. Andere flüssige Trockenmittel, wie sie einem Fachmann bekannt sind, können auch benutzt werden.

**[0103]** Die Temperatur und Konzentration im Behälter **30A** ist 40°C und 35%. Es gilt zu beachten, dass die Konzentration im Behälter **30A** höher als im Behälter **30B** sein kann (ohne Kristallisation) wegen der höheren Temperatur des Trockenmittels. Wenn das System angehalten wird, gleichen sich bald die Konzentrationen und Temperaturen. Natürlich werden die Zahlen stark variieren in Abhängigkeit, unter anderen Faktoren, auch von der Temperatur und Luftfeuchtigkeit der klimatisierenden Luft und dem „Sollwert“ des Entfeuchters (wie durch die Einstellung der Wärmepumpe festgelegt).

**[0104]** Bei der beispielhaften Ausführungsform der Erfindung gibt es keinen Materialientransfer zwischen den Behältern, außer durch den Durchlass, und es werden keine Pumpen für den Transfer ver-

wendet. Es ist auch bekannt, dass wo keine Pumpen verwendet werden, um die Flüssigkeit von einer Seite auf die andere zu bringen, muss es einen nichtigen Nettoionenfluss durch den Durchlass geben, falls ein stationärer Zustand besteht.

[0105] [Fig. 4C](#) zeigt ein System, bei welchem entweder die Ausführungsform der [Fig. 4A](#) oder [Fig. 4B](#) durch Schalten der Ventile **47** und **49** von der offenen Position zur geschlossenen gebildet werden kann. Zum Beispiel wenn das Ventil **47** offen ist (d.h. es erlaubt den Durchfluss) und das Ventil **49** geschlossen (kein Durchfluss), dann führt es zur Ausführungsform der [Fig. 4A](#). Wenn das Ventil **47** geschlossen ist und das Ventil **49** ist offen, dann führt es zur Ausführungsform der [Fig. 4B](#). Daher falls diese Ventile elektrisch oder hydraulisch sind, kann die auf der [Fig. 4C](#) gezeigte Vorrichtung zwischen einem kühlenden entfeuchtenden Zustand und einem wärmenden entfeuchtenden Zustand umschalten, beide mit hoher Effizienz.

[0106] Es gilt zu beachten, dass um die Vervielfältigung zu vermeiden, ist die Methodik der [Fig. 4C](#) nur für die Ausführungsform der [Fig. 4](#) gezeigt. Es gilt zu beachten, dass sie auch auf die Entfeuchter der [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) und auch auf den der [Fig. 2](#) angewandt werden kann. Es gilt auch zu beachten, dass die Anordnung der Ventile, wie sie auf der [Fig. 4C](#) gezeigt ist, nur exemplarisch ist. Eine große Anzahl unterschiedlicher Ventilanordnungen kann verwendet werden, um den Pfad des Kühlmittels in der Art und Weise zu wechseln, wie es auf der [Fig. 4C](#) gezeigt ist.

[0107] [Fig. 5A–Fig. 5C](#) zeigen drei Zustände des Kühlsystems **500** in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der Erfindung. Diese Figuren zeigen einen Alternativweg, wie man die Systemelemente aus der [Fig. 4C](#) verbinden kann, um ein System mit drei verfügbaren Zuständen zu erhalten, nämlich kühlen und entfeuchteten, wärmen und entfeuchteten und warmen und befeuchteten. [Fig. 5A–C](#) zeigen nicht alle Elemente aus der [Fig. 4C](#), jedoch sind die gemeinsamen Elemente mit identischen Referenznummern kennzeichnet. Zusätzliche Elemente, wie unten hingewiesen, sind auch gezeigt.

[0108] Die Grundbausteine des Kühlsystems, die bei den [Fig. 4C](#) und [Fig. 5A–C](#) gemeinsam sind, sind Kompressor **48**, Wärmeaustauscher **136** und **136'**, Wärmeaustauscher **36** und **46** und das Expansionsventil **56**. Ventile **49** und **47** und Kühlmittelrohranlage, die der [Fig. 4C](#) gezeigt sind, sind durch die auf den [Fig. 5A–Fig. 5C](#) gezeigte Struktur ersetzt. Der Rest des Systems und die Positionen der oben erwähnten Komponenten aus der [Fig. 4C](#) benötigt keine Änderung.

[0109] Das Kühlsystem **500** beinhaltet zusätzlich zu

den auf der [Fig. 4C](#) gezeigten Komponenten eine Reihe von Kühlmittelrohren, einen Schalter **502**, einen zweiten Expansionsventil **56'**, vier auf dem Weg stehende Ventile **504–507** und zwei umschaltbare Stopp-Ventile **508** und **510**. Jedes bild zeigt einen Teil des Rohrsystems ohne Fluss mit gestrichelten Linien. Wie bei der obigen Erklärung bedeutet „offen“, dass der Fluss erlaubt ist und „geschlossen“ dass er das nicht ist.

[0110] [Fig. 5A](#) zeigt eine Konfiguration, die funktional der auf [Fig. 4A](#) gezeigten gleicht. Bei dieser Ausführungsform ist der Schalter **508** geschlossen und der Schalter **510** offen, sodass es keinen Kühlmittelfluss durch den Wärmeaustauscher **136'** gibt und das Kühlmittel durch den Wärmeaustauscher **136** fließt. Das führt zur Kühlung und Entfeuchtung der klimatisierten Luft, wie oben beschrieben. Bei dieser Konfiguration ist der Wärmeaustauscher **46** kalt und die Wärme wird davon transferiert, um die Wärmeaustauscher **36** und **136** aufzuwärmen, die wärmer sind.

[0111] [Fig. 5B](#) zeigt eine zweite Konfiguration, die funktional der auf [Fig. 4B](#) gezeigten gleicht. Bei dieser Ausführungsform ist der Schalter **510** geschlossen und der Schalter **511** offen, sodass es keinen Kühlmittelfluss durch den Wärmeaustauscher **136** gibt und das Kühlmittel durch den Wärmeaustauscher **136'** fließt. Das führt zur Erwärmung und Entfeuchtung der klimatisierten Luft, wie oben beschrieben. Bei dieser Konfiguration ist der Wärmeaustauscher **46** kalt und die Wärme wird davon transferiert, um die Wärmeaustauscher **36** und **136'** aufzuwärmen, die wärmer sind.

[0112] Bei der [Fig. 5C](#) ist die Position des Schalters **502** geändert und beide Schalter **508** und **510** sind geschlossen. Bei dieser Ausführungsform fließt das Kühlmittel durch das Rohr **520** und das Expansionsventil arbeitet. Es gibt keinen Fluss durch den Wärmeaustauscher **46**. Das Kühlmittelsystem besteht dann aus den Wärmeaustauschern **36**, **136** und **136'**. Die klimatisierte Luft kommt durch die „Entfeuchungskammer“ **12**. Jedoch ohne dass diese Kammer gekühlt wird, ist Feuchtigkeit der Luft hinzugefügt und nicht entfernt. Die befeuchtete Luft kommt durch den Wärmeaustauscher **136'**, sodass erwärmte feuchte Luft resultiert. Wärmeaustauscher **36** agiert, um das Trockenmittel im „Regenerator“ **32** so zu kühlen, dass es Feuchtigkeit aus der Außenluft aufnimmt. Diese Feuchtigkeit ist dann in die „Entfeuchterkammer“ **12** und von dort in die klimatisierte Luft transferiert.

[0113] Eigentlich ist die Funktion des Wärmeaustauschers umgekehrt zu der bei den [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#). Es kann erwähnt werden, dass bei dieser Konfiguration der Wärmeaustauscher **36** der kälteste ist, und dass von ihm die Wärme zu den Wärmeaustauschern **136** und **136'** transferiert wird. Es soll wei-



terhin erwähnt werden, dass der Wärmeaustauscher **136** gegen die Funktionalität des Wärmeaustauschers **36** zu agieren scheint, welcher die Wärme von der Außenluft entnimmt. Jedoch eigentlich dient dieser Prozess dazu, die Wärme bestmöglich zum Wärmeaustauscher **136** zurückzubringen. Zusätzlich ist es wirksam, wie bei allen Außenwärmeaustauschern, so viel Wärme aus dem Kühlmittel zu entfernen, bevor das Kühlmittel zum Expansionsventil geleitet wird.

[0114] **Fig. 6** zeigt ein der **Fig. 1** ähnliches Diagramm, außer dass das Trockenmittelsystem der **Fig. 2–4** durch die Linie **3** repräsentiert sind. Das zeigt, dass das Kühlen des Trockenmittels durch die Wärmepumpe auf der Entfeuchter-Seite zu einer nur geringen Änderung der Lufttemperatur. Das bedeutet, dass die vom Entfeuchter behandelte Luft weder von der Klimaanlage gekühlt (wie es bei den Entfeuchter-Systemen nach dem Stand der Technik der Fall ist) noch erwärmt zu werden braucht, wie es nötig ist, falls die Klimaanlagen verwendet werden, um die Feuchtigkeit zu entfernen. Das erlaubt der Klimaanlage die Arbeit zu verrichten, die sie am besten kann, nämlich die Wärme aus der Luft zu entfernen, während sie von jeglichen Nebeneffekten befreit ist, die mit dem an sie gekoppelten Entfeuchter kommen, z.B. die Erwärmung der Luft in der Klimaanlage durch den Entfeuchter.

[0115] **Fig. 7** zeigt einen Aufbau **1000**, die für Kontrolle des Entfeuchtungsumfangs verwendbar ist. In Situationen mit niedriger Umgebungsfeuchtigkeit wird das Flüssigkeitsniveau im System im stationären Zustand reduziert im Vergleich zu dem bei Situationen mit hoher Feuchtigkeit. Bei Situationen mit niedriger Luftfeuchtigkeit ist es auch wünschenswert, die Menge der aus der Umgebungsluft entfernten Feuchtigkeit zu reduzieren. Der Aufbau in der **Fig. 7** ist nutzbar, um eine automatische Kontrolle zu anzubieten, um dieses Ziel zu erreichen.

[0116] **Fig. 7** ist ähnlich der **Fig. 4C**, außer dass das schwamm-ähnliche Material (wie auf **Fig. 2**), den auf dem bild **Fig. 4C** gezeigten Zerstäuber zur Regeneration ersetzt. Jedoch ist nicht das Gesamtvolumen der Kammer **32** mit Trockenmittel gefüllt. Eine Aufteilung **1002** ist vorgesehen, um die hinein kommende Luft zum Trockenmittel zu leiten, wenn das Niveau des flüssigen Trockenmittels hoch ist. Sobald das Trockenmittelniveau unter die untere Kante der Aufteilung, umgeht die Luft den Schwamm und kommt durch den Durchgang **1004** wegen des wesentlich niedrigeren Widerstands im Durchgang **1004**. Dadurch wird die Entfeuchtungsarbeit reduziert, wenn sie nicht benötigt wird.

[0117] Ähnlich steigert man die aus dem System entfernte Wassermenge in der Regenerationskammer **32**, wenn das Flüssigkeitsniveau hoch ist (hohe

Umgebungsfeuchtigkeit) und reduziert, wenn es das nicht ist.

[0118] **Fig. 8** ist ein schematisches Diagramm des kombinierten Entfeuchter-Klimaanlage-Systems **310** im Zusammenhang mit der geteilten Klimaanlage **312**, wie sie gewöhnlich zur Kühlung eines geschlossenen Bereiches, wie eines großen Zimmers **314** in einem Haus verwendet wird. Klimaanlage **312** besteht in ihrer einfachsten Form aus einem Einlass **316** für die aus dem Raum kommende Luft, welcher die Luft mittels eines Rohrs **318** an den Verdampfer **320** weiterleitet, welcher die Luft kühlt. Die Luft wird in den Verdampfer **320** mit einem Ventilator **322** angesaugt und verlässt den Verdampfer durch einen Auslass **324** für die aus dem Raum kommende Luft in den Raum **314**.

[0119] Erwärmtes Kühlmittel wird durch einen Kompressor **324** (gezeigt in einem Außenteil der Klimaanlage **312**) komprimiert und an den Verflüssiger **328** weitergegeben. Der Verflüssiger **328** wird durch die Außenluft gekühlt, die in den Kühleinlass **330** mit einem Ventilator angesaugt wird. Erwärmte Luft verlässt den Außenteil **326** durch den Abhitzeauslass **334**.

[0120] Das gekühlte komprimierte Kühlmittel wird in der Erweiterungseinheit **336** erweitert und kehrt zum Verdampfer **320** zurück, um zur Kühlung der Raumluft verwendet zu werden.

[0121] Zusätzlich beinhaltet die Klimaanlage **312** einen Einlass **338** für die frische Luft, durch welchen frische Luft in den Raum gebracht wird. Die Menge der frischen Luft wird gewöhnlich durch ein System aus Lüftungsschlitzen oder Blenden **340**, **341**. Eine oder beide dieser Schlitze oder Blenden **340**, **341** kann bereitgestellt werden, abhängig vom Umfang und Typ der Kontrolle über den benötigten Frischluftanteil. Die frische Luft wird mit der aus dem Raum angesaugten Luft vermischt und in den Verdampfer **320** eingegeben.

[0122] Die Klimaanlage **312** ist, wie beschrieben, völlig konventionell im Design. Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung können andere Typen der Klimaanlagen entsprechend eingesetzt werden.

[0123] Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung wird die Entfeuchter-Einheit **342** benutzt, um die Effizienz und Kühlfähigkeit der Klimaanlage zu steigern.

[0124] Entfeuchter **342** besteht im vereinfachten schematischen Diagramm aus einer Trocknereinheit **344**, die Außenluft durch den Nasslufteinlass **346** bekommt und leitet getrocknete Luft aus dem Trockenluftauslass **348** aus. Die Luft wird in der Einheit **344** dadurch getrocknet, dass sie durch den Sprühregen

oder Ähnliches aus flüssigem Trockenmittel oder Trockenmittellösung. Trockenmittel saugt die Feuchtigkeit aus der Luft auf. In einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Trockenluftauslass **348** mit dem Frischlufteinlass **338** der Klimaanlage **312** z.B. durch ein Rohr **349** verbunden. Da der Scheinwiderstand der Trocknereinheit relativ niedrig ist, wird normalerweise zusätzlich zum Ventilator **322** der Klimaanlage keine Luftpumpe benötigt. Es kann jedoch bei einigen Ausführungsformen der Erfindung eine vorgesehen werden.

**[0125]** Das Trockenmittel mit der aufgenommenen Feuchtigkeit wird zum Regenerator **350** transferiert, wo das Trockenmittel durch das Entfernen der Feuchtigkeit regeneriert wird, indem das Trockenmittel erwärmt wird. Bei einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung erreicht man das Erwärmen (und Abtragen des aus dem Trockenmittel entfernten Wasserdampfes) dadurch, dass man warme Luft durch das Trockenmittel hindurchpasst (optional ist das Trockenmittel in einer Nebelform oder in einer anderen fein verteilten Form). Die warme relativ trockene Luft kommt durch den Einlass **352** in den Entfeuchter und verlässt ihn durch den Auslass **354**. Diese warme Luft wird in geeigneter Weise nach einer Ausführungsform der Erfindung effizient durch das Verbinden des Abhitzeauslasses **334** der Klimaanlage **312** mit dem Einlass **352** des Entfeuchters bereitgestellt. Da die Druckabnahme im Regenerator **350** sehr niedrig ist, braucht man optional keinen Ventilator oder eine andere Luftpumpe zusätzlich zum Ventilator **332** der Klimaanlage **312**, um die Luft durch den Regenerator zu bewegen.

**[0126]** Während es bei einigen Ausführungsformen der Erfindung keine zusätzlichen Ventilatoren benötigt werden, um die Luft in oder aus dem Entfeuchter zu bewegen, können ein solcher Ventilator oder Ventilatoren vorhanden sein, falls sie zweckmäßig sind, wie z.B. wenn autonome Entfeuchter und Klimaanlagen wie hierin beschrieben integriert werden sollen.

**[0127]** Optional teilen die Klimaanlage und der Entfeuchter eine gemeinsame Bedienungstafel, von welcher aus sie beide angesteuert werden und von welcher optional alle obigen Funktionen ein- oder ausgeschaltet oder abgestimmt werden können.

**[0128]** Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung benutzt man eins der Systeme der [Fig. 1–4](#) als Entfeuchter **342**. Bei diesen Ausführungsformen der Erfindung entspricht der Anschluss **348** auf der [Fig. 8](#) dem Anschluss **16** auf den [Fig. 1–4](#), Anschluss **352** entspricht dem Anschluss **60**, Anschluss **346** entspricht dem Anschluss **14** und Anschluss **354** entspricht dem Anschluss **62**. Es gilt weiterhin zu beachten, dass der Entfeuchter **342** sehr schematisch auf der [Fig. 7](#) dargestellt ist und dass z.B. die Platzierung der Elemente anders sein kann und viele Elemente

auf der [Fig. 4](#) nicht angezeigt sind. Zusätzlich sind für die Ausführungsformen der [Fig. 4](#) die auf der [Fig. 7](#) gezeigten Pumpen nicht vorhanden. Weiterhin sind die Wärmepumpen der [Fig. 1–4](#) nicht bei der [Fig. 8](#) angezeigt, obwohl sie vorzugsweise im System vorhanden sein sollten.

**[0129]** Das System **310** hat eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber dem Stand der Technik. Wie aus der [Fig. 8](#) leicht ersehen werden kann, kann der Entfeuchter **342** zur Klimaanlage **312** hinzugefügt werden, welche die Standardeinheit sein kann. Die Aufgabe, eingehende Luft zu trocknen, die in einer äußerst ineffizienten Art und Weise von der Klimaanlage erfüllt wurde, wurde auf den effizienteren Entfeuchter übertragen, der die Abhitze der Klimaanlage als den größten Teil seiner Energie benutzt (es wird nur noch Energie benötigt, um das Trockenmittel zwischen dem Trockner **344** und dem Regenerator **350** zu pumpen). Die Kühlleistung des Klimasystems ist verbessert, da es die Luft nicht mehr zu trocknen braucht. Die Effizienz der Verbundseinheit steigt mit steigender Temperatur im Gegensatz zum üblichen Klimasystem. Während die vorhandene Wärme der von der Klimaanlage verrichteten Arbeit beim Kühlen der gesamten Luft entspricht, trocknet der Entfeuchter nur einen Teil der Luft, nämlich die in den Raum kommende Luft. Dieses Gleichgewicht bedeutet, dass die Wärmungsanforderungen für den Entfeuchter im Allgemeinen leicht mit dem Auslass aus der Klimaanlage zu erfüllen sind.

**[0130]** Zusätzlich während die Klimasysteme im Allgemeinen nicht für den Einsatz bei Bedingungen mit hoher Feuchtigkeit und niedriger Temperatur geeignet sind, ist das System der vorliegenden Erfindung auch bei solchen Bedingungen effektiv.

**[0131]** Eine wie die oben beschriebene Kombinationseinheit hat eine Kühlleistung von 60% über der von der Klimaanlage allein und eine Effizienzverbesserung von 30% für dieselbe Innenluftqualität über die von der Klimaanlage allein.

**[0132]** Die Erfindung wurde im Kontext bestimmter nicht limitierender Ausführungsformen beschrieben. Allerdings werden andere Kombinationen der Klimaanlage und des Entfeuchters gemäß der Erfindung, wie sie bei den Ansprüchen definiert ist, einem Fachmann einfallen. Z.B. wird bei der [Fig. 2](#) die Wärme aus dem flüssigen Trockenmittel in der Wanne entfernt. Alternativ kann es aus dem zur Trockenkammer transportierten flüssigen Trockenmittel entfernt werden. Bei den [Fig. 3](#) und [4](#) wird die Wärme aus dem flüssigen Trockenmittel gepumpt, während es zur Trockenkammer transportiert wird. Alternativ kann es aus dem flüssigen Trockenmittel in der Wanne entfernt werden, die die Trägerflüssigkeit aus der Trockenkammer empfängt. Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung hat die Entfeuchtekkammer oder



Regenerationskammer einen oder beide der Kühl-/Trockenmittel-Wärmeaustauscher.

[0133] **Fig. 2** zeigt eine andere Ausführung des Entfeuchters als die **Fig. 3** und **4**. Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung sind die Regeneratortypen austauschbar. **Fig. 2** zeigt den Wärmetransport zur Flüssigkeit in der Regenerationskammer durch die Wärmepumpe. Alternativ oder zusätzlich kann es zum flüssigen Trockenmittel transferiert werden, welches zur Regenerationskammer transportiert wird (wie auf den **Fig. 3** und **4**). Zum Schluss, obwohl nicht auf den Figuren gezeigt, kann die Wärme zur Flüssigkeit in der Wanne **30A** für beide **Fig. 3** und **4**, transferiert werden.

[0134] Zusätzlich, obwohl viele Merkmale bei den beispielhaften Ausführungsformen gezeigt sind, sind einige dieser Merkmale nicht wesentlich, obwohl wünschenswert. Z.B. obwohl die Positionen der Wärmeaustauscher **136** und **136'** am Eingang zum Regenerator und am Ausgang aus dem Entfeuchter gezeigt sind, kann der Luft-/Kühlmittelradiator an anderen Stellen im System bei einigen Ausführungsformen der Erfindung angeordnet werden, obwohl dabei einige der durch die gezeigten Positionen bedingten Eigenschaften verloren gehen können.

[0135] Die in den Ansprüchen verwendeten Begriffe „umfassen“, „einschließen“ oder „aufweisen“ oder ihre konjugierten Formen bedeuten „einschließen, aber nicht darauf beschränkt“.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Klimatisierung von Luft, umfassend:  
eine Menge von flüssigem Trockenmittel;  
ein erstes Volumen für den Kontakt zwischen Luft und Trockenmittel, in dem zu klimatisierende Luft in Kontakt mit einem ersten Teil des flüssigen Trockenmittels gebracht wird;  
ein zweites Volumen für den Kontakt zwischen Luft und Trockenmittel, in dem Außenluft in Kontakt mit einem zweiten Teil des flüssigen Trockenmittels gebracht wird; und  
eine Kühlanlage, umfassend:  
einen ersten Wärmeaustauscher, der mit dem ersten Teil von flüssigem Trockenmittel verbunden ist;  
einen zweiten Wärmeaustauscher, der mit dem zweiten Teil von flüssigem Trockenmittel verbunden ist;  
einen dritten Wärmeaustauscher, der zum Wärmeaustausch mit der klimatisierten Luft nach ihrem Verlassen des ersten Volumen für den Kontakt zwischen Luft und Trockenmittel platziert ist; und  
Kühlmittelrohre zur Verbindung der Elemente der besagten Kühlanlage.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der das erste Volumen für den Kontakt zwischen Luft und Trocken-

mittel in einem Entfeuchterbereich enthalten ist, in dem zu klimatisierende Luft in Kontakt mit einem ersten Teil des flüssigen Trockenmittels gebracht wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei der das zweite Volumen für den Kontakt zwischen Luft und Trockenmittel in einem Regeneratorbereich enthalten ist, in dem Außenluft in Kontakt mit einem zweiten Teil des flüssigen Trockenmittels gebracht ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der der dritte Wärmeaustauscher mit dem flüssigen Trockenmittel nicht in Kontakt kommt und bei der klimatisierte Luft durch den dritten Wärmeaustauscher erwärmt wird.

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der sich der erste Wärmeaustauscher auf einer niedrigeren Temperatur als der zweite Wärmeaustauscher befindet.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die Kühlanlage im Eingriff ist, um die Wärme vom ersten Wärmeaustauscher zum zweiten Wärmeaustauscher zu transferieren.

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die Kühlanlage einen Kompressor und Rohre zwischen den Wärmetauschern umfasst, die so aufgebaut sind, dass Wärme vom ersten Wärmeaustauscher zum zweiten Wärmeaustauscher transferiert wird.

8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend ein Rohr für Wassermoleküle, wobei die Vorrichtung so konfiguriert ist, dass die zu klimatisierende Luft im ersten Kontaktvolumen entfeuchtet wird, und wobei bei der Entfeuchtung entferntes Wasser von dem zweiten Kontaktvolumen zur Außenluft transferiert wird, wobei das Wasser zum ersten Kontaktvolumen über das Rohr transferiert wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, bei der es kein Pumpen von flüssigem Trockenmittel zwischen einem das erste Kontaktvolumen umfassenden Entfeuchter, und einem das zweite Kontaktvolumen umfassenden Regenerator gibt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 umfassend eine Pumpe zum Pumpen von flüssigem Trockenmittel zwischen einem das erste Kontaktvolumen umfassenden Entfeuchter und einem das zweite Kontaktvolumen umfassenden Regenerator.

11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche und auch umfassend einen vierten Wärmeaustauscher.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei der die vierte Wärmeaustauschvorrichtung zum Wärmeaustausch mit der Außenluft vor ihrem Eintritt in den Regenerator platziert ist, so dass die Außenluft dadurch erwärmt wird.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder Anspruch 12, bei der die Kühlmittelrohre eine steuerbare Konfiguration aufweisen, die eine Mehrzahl von Strömungskonfigurationen ermöglicht, wobei jede Konfiguration einen unterschiedlichen Pfad von Kühlmittel zwischen den Elementen der Kühlanlage liefert.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, bei der die Konfiguration durch Ventile auswählbar ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder Anspruch 14, bei der die Mehrzahl von Konfigurationen eine erste Konfiguration umfasst, bei der Wärme vom ersten Wärmeaustauscher zum zweiten und dritten Wärmeaustauscher transferiert wird, um dadurch die klimatisierte Luft zu erwärmen.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, bei der sich das Kühlmittel im zweiten Wärmeaustauscher auf einer höheren Temperatur als das Kühlmittel im ersten Wärmeaustauscher befindet.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder Anspruch 16, bei der sich das Kühlmittel im dritten Wärmeaustauscher auf einer höheren Temperatur als das Kühlmittel im ersten Wärmeaustauscher befindet.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15–17, bei der für die erste Konfiguration kein Kühlmittel in den vierten Wärmeaustauscher fließt.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13–15, bei der die Mehrzahl von Konfigurationen eine zweite Konfiguration umfasst, bei der Wärme vom ersten Wärmeaustauscher zum zweiten und vierten Wärmeaustauscher transferiert wird.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, bei der sich das Kühlmittel im zweiten Wärmeaustauscher auf einer höheren Temperatur als das Kühlmittel im ersten Wärmeaustauscher befindet.

21. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder Anspruch 20, bei der sich das Kühlmittel im vierten Wärmeaustauscher auf einer höheren Temperatur als das Kühlmittel im ersten Wärmeaustauscher befindet.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19–21, bei der für die zweite Konfiguration kein Kühlmittel in den dritten Wärmeaustauscher fließt.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13–15, bei der die Mehrzahl von Konfigurationen eine dritte Konfiguration umfasst, bei der Wärme vom

zweiten Wärmeaustauscher zum dritten Wärmeaustauscher transferiert wird.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, bei der für die dritte Konfiguration die Temperatur vom Kühlmittel im dritten Wärmeaustauscher höher als die Temperatur vom Kühlmittel im zweiten Wärmeaustauscher ist.

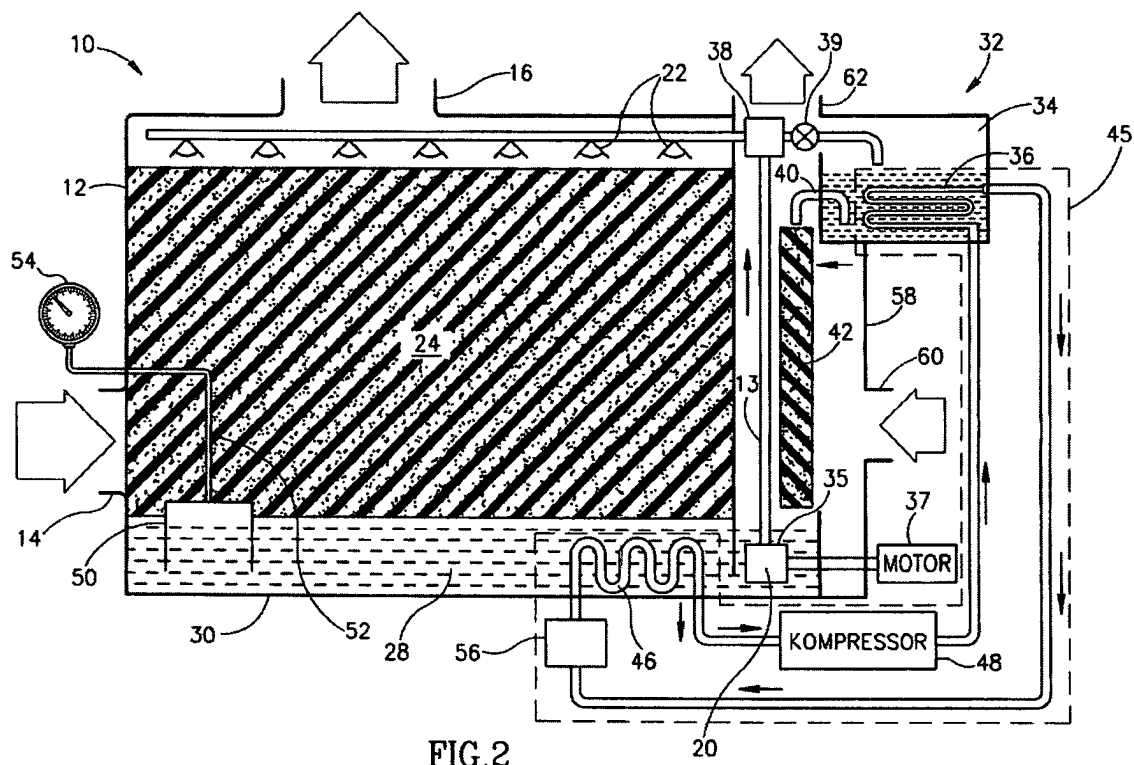
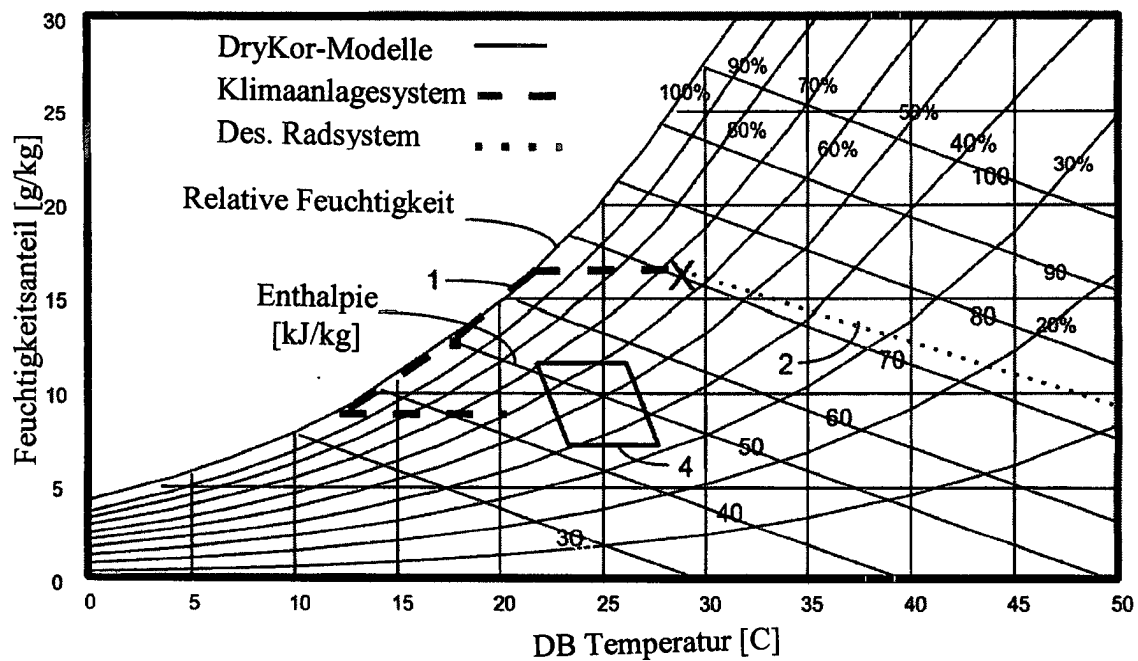
25. Vorrichtung nach Anspruch 23 oder Anspruch 24, bei der für die dritte Konfiguration Wärme vom zweiten Wärmeaustauscher zum vierten Wärmeaustauscher transferiert wird.

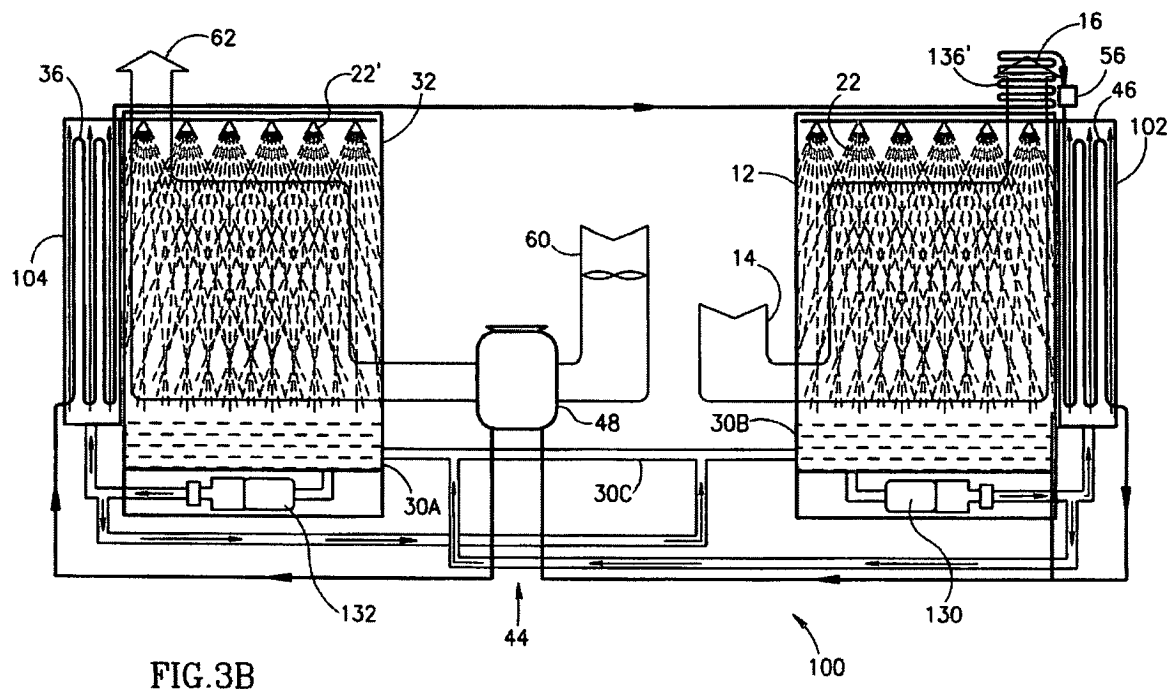
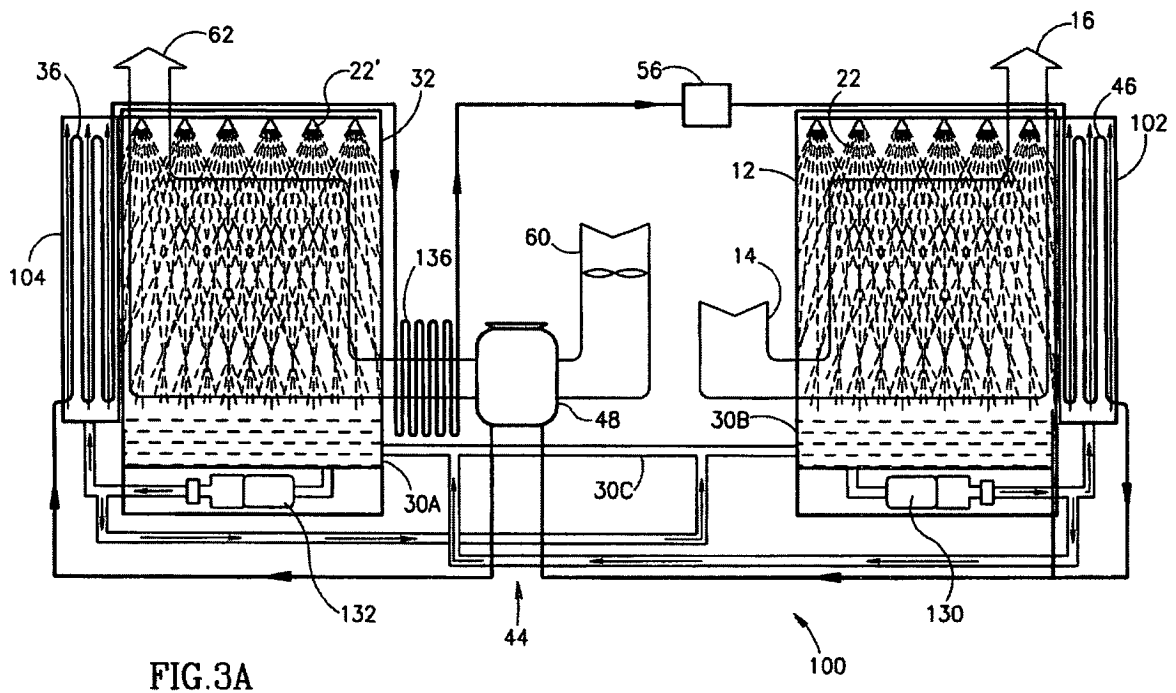
26. Vorrichtung nach Anspruch 25, bei der für die dritte Konfiguration die Temperatur vom Kühlmittel im vierten Wärmeaustauscher höher als die Temperatur vom Kühlmittel im zweiten Wärmeaustauscher ist.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23–26, bei der für die dritte Konfiguration kein Kühlmittel in den ersten Wärmeaustauscher fließt.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Fig. 1





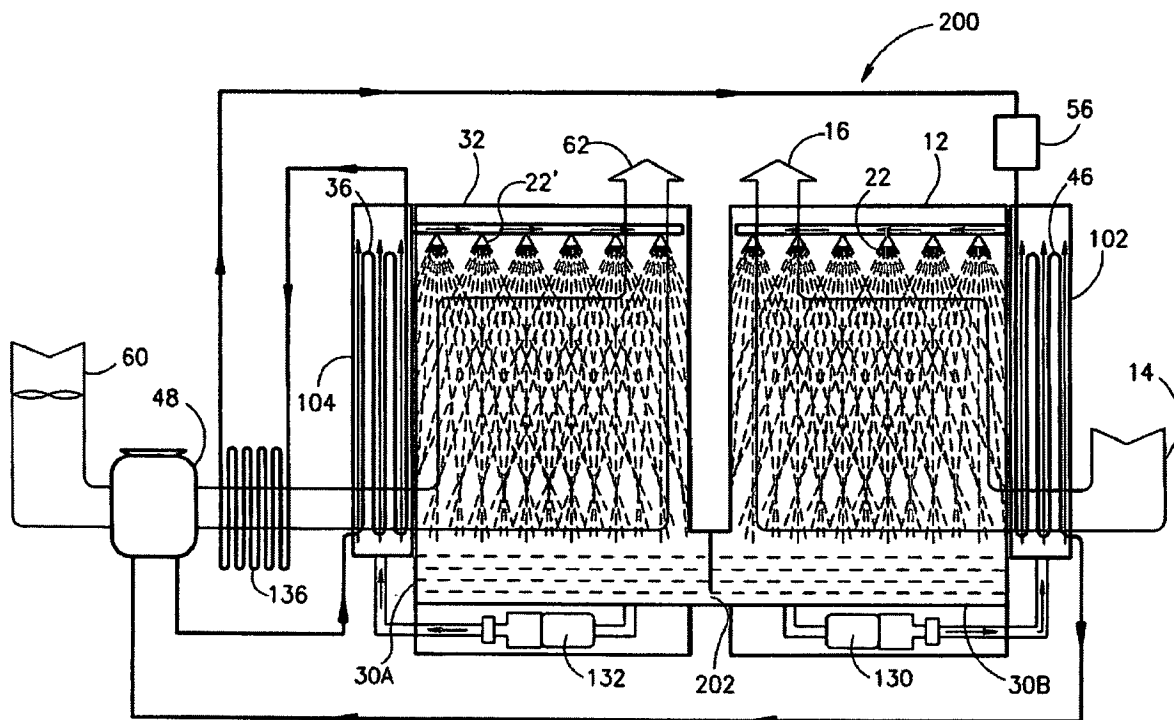


FIG. 4A

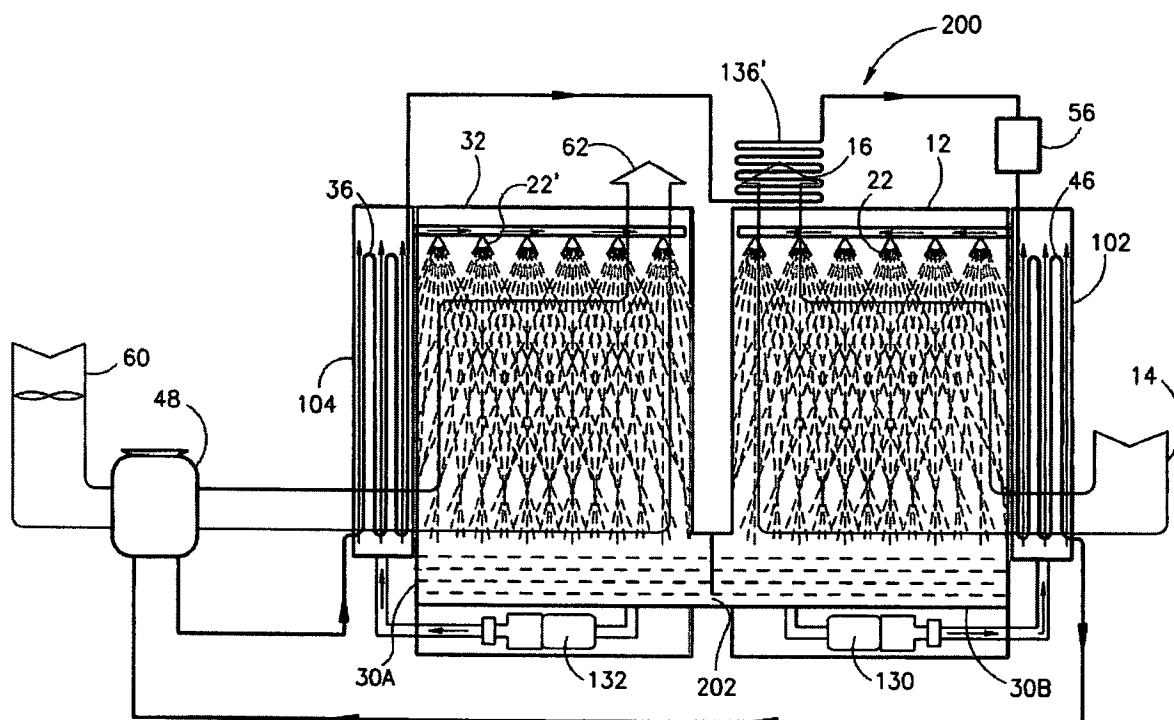


FIG. 4B

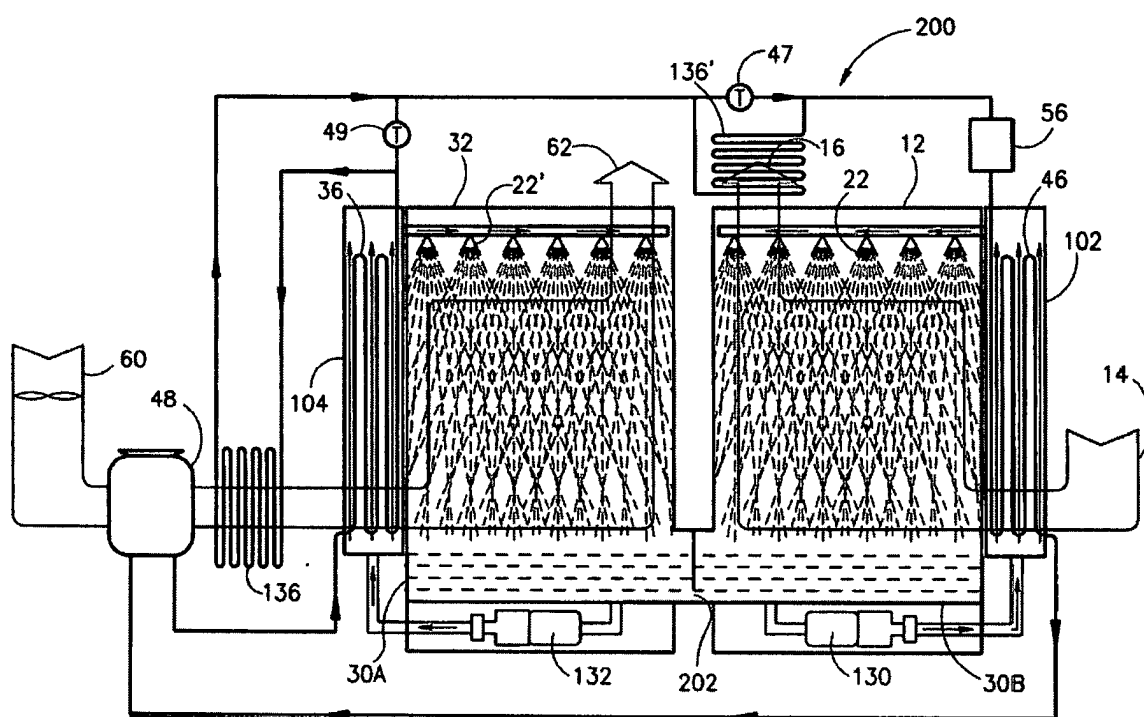


FIG.4C



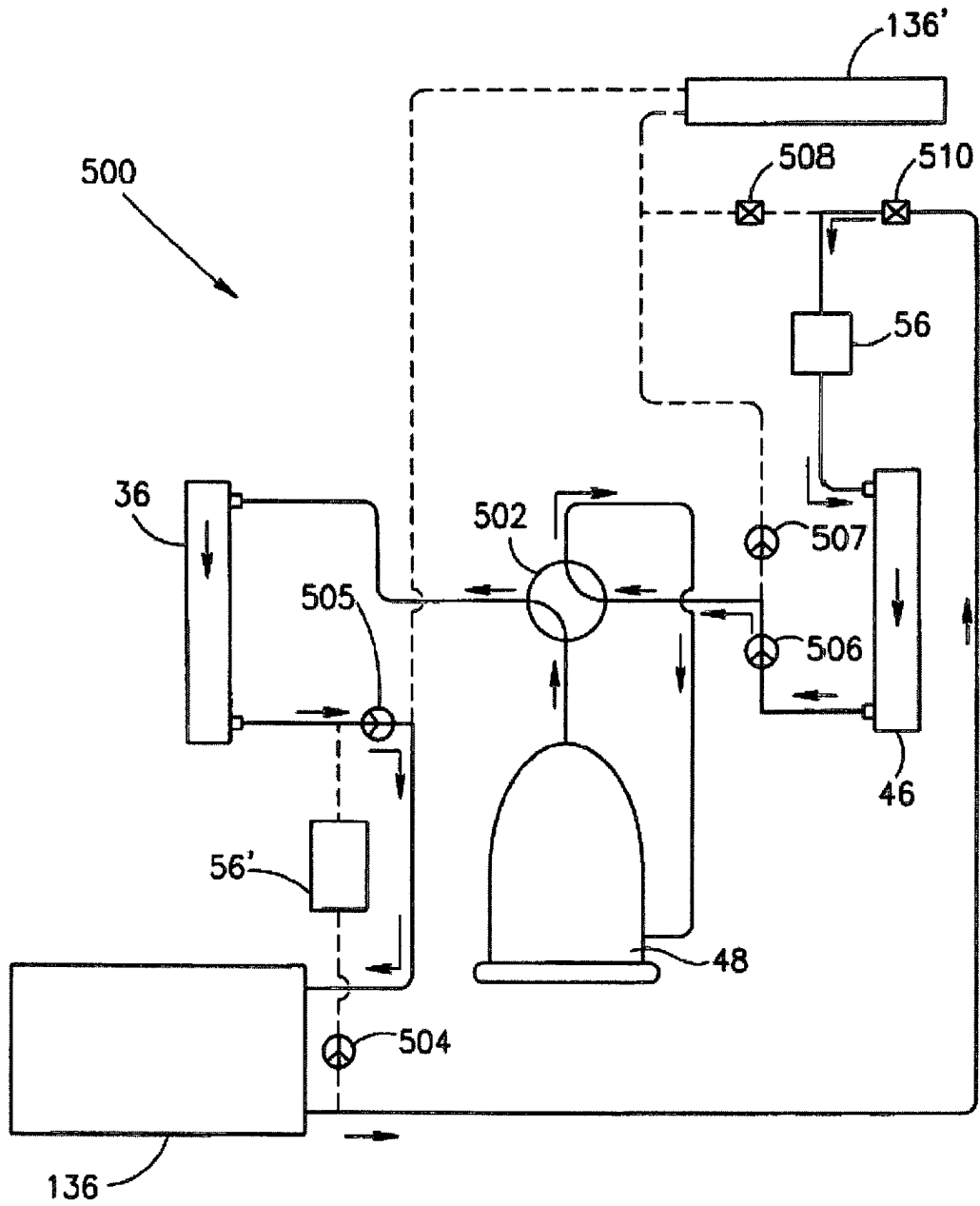


FIG.5A

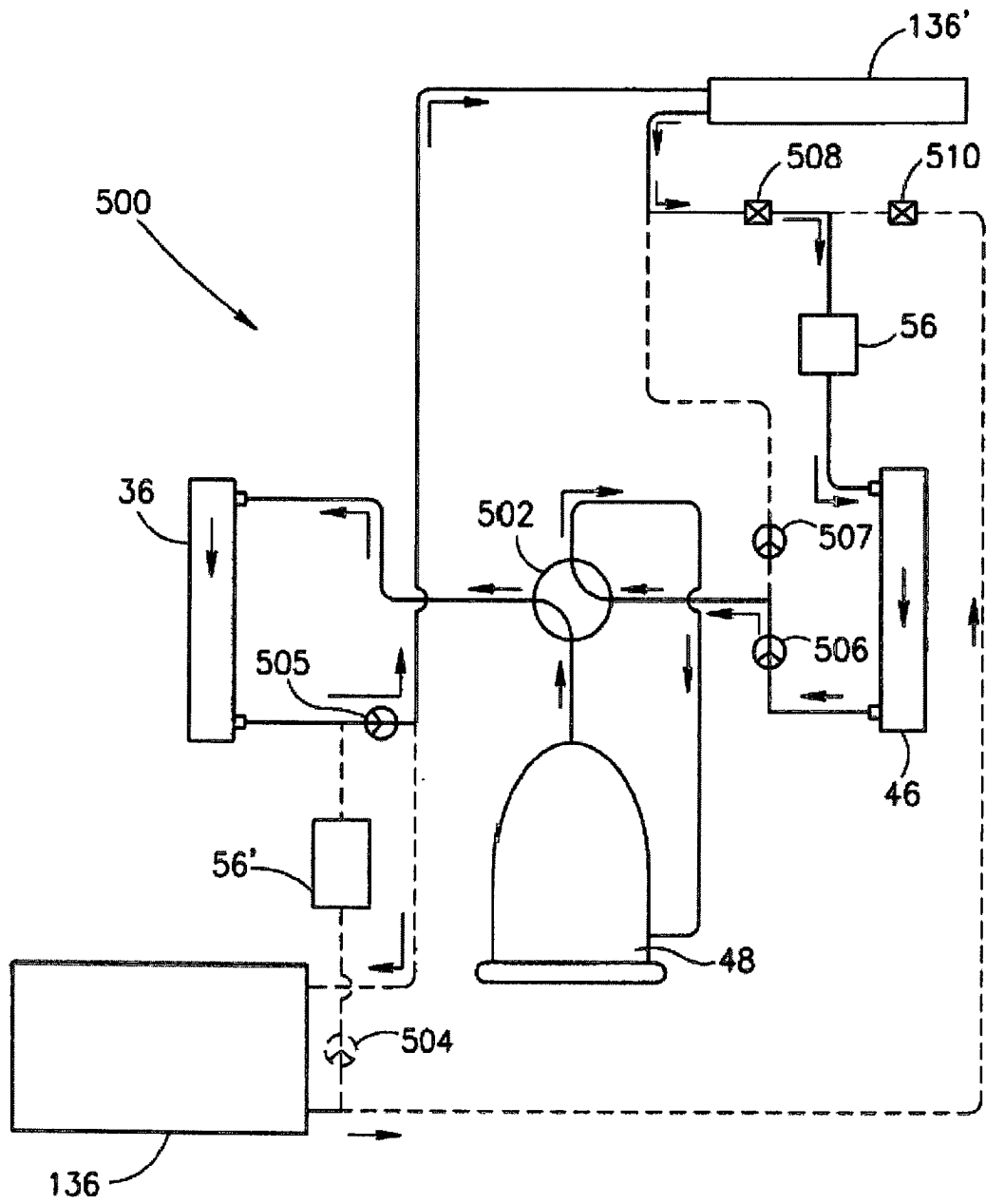


FIG.5B

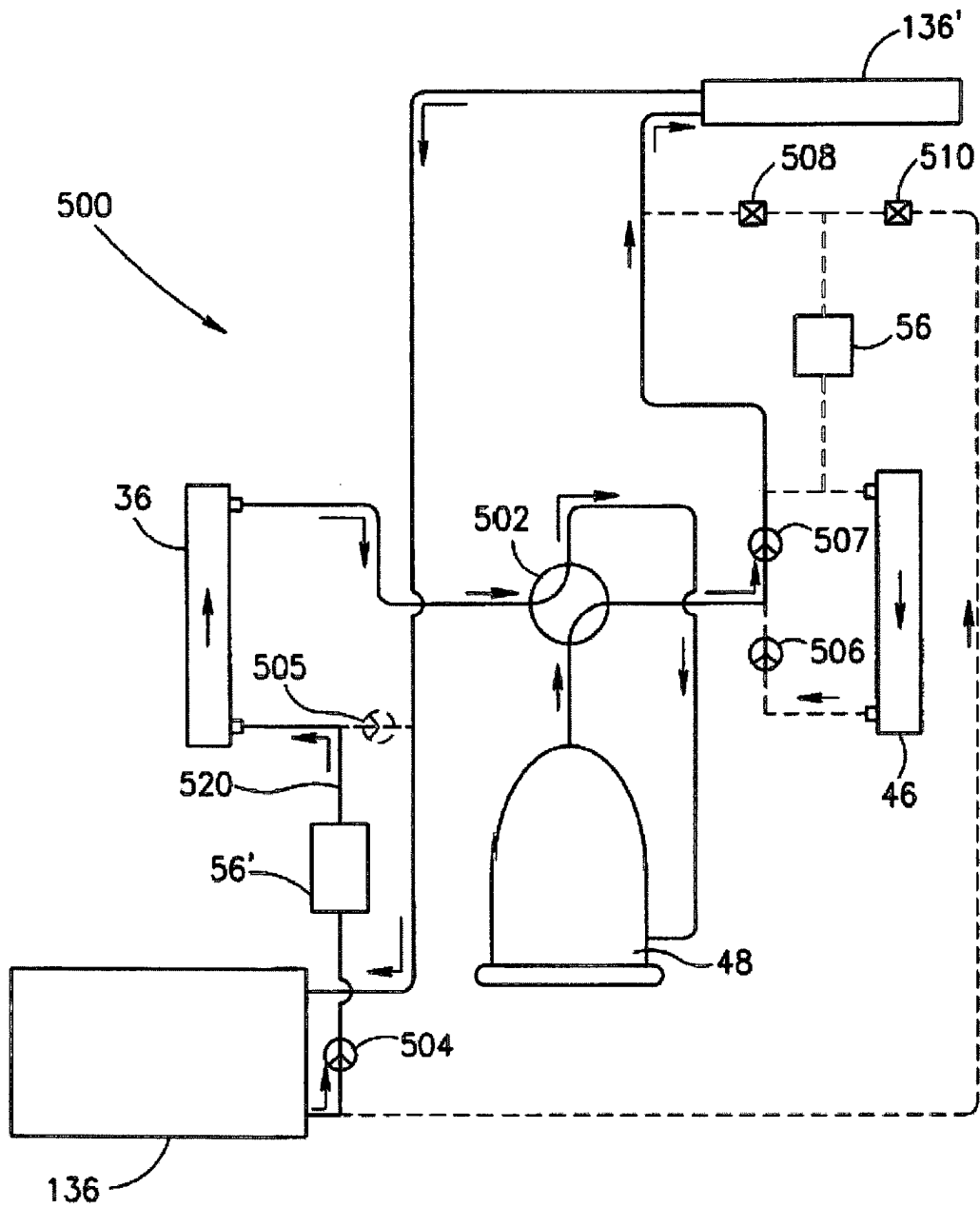


FIG.5C

Fig. 6

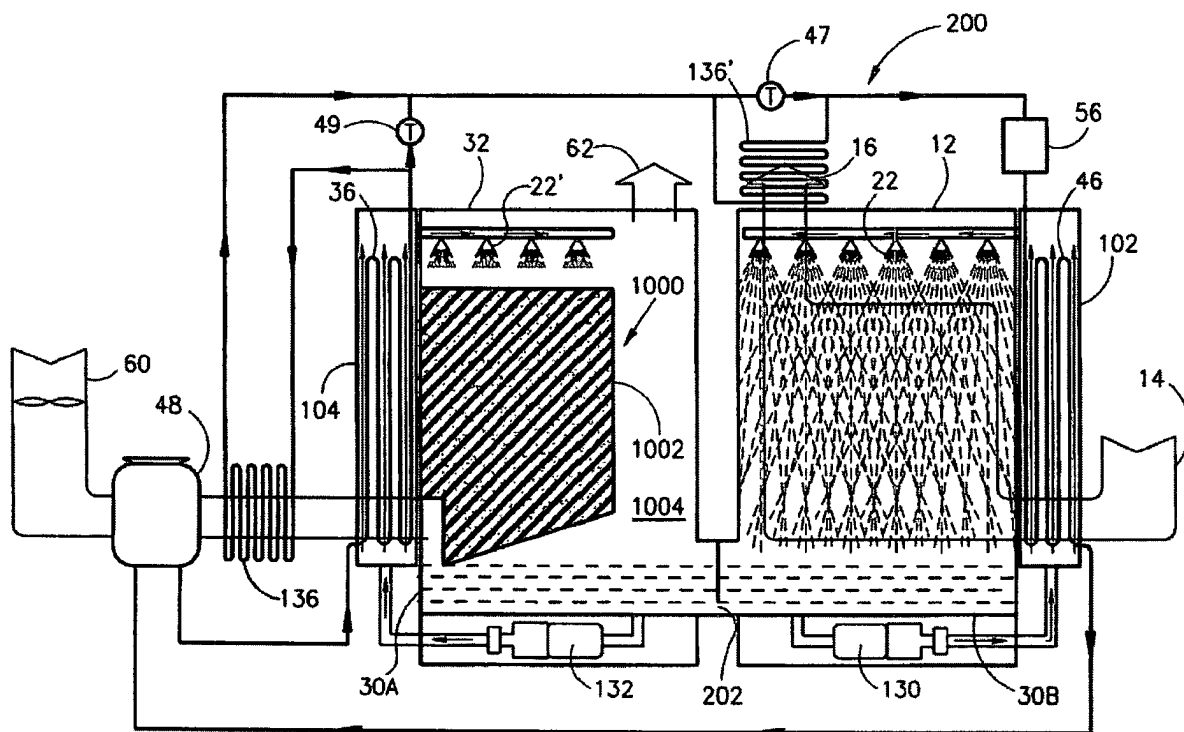
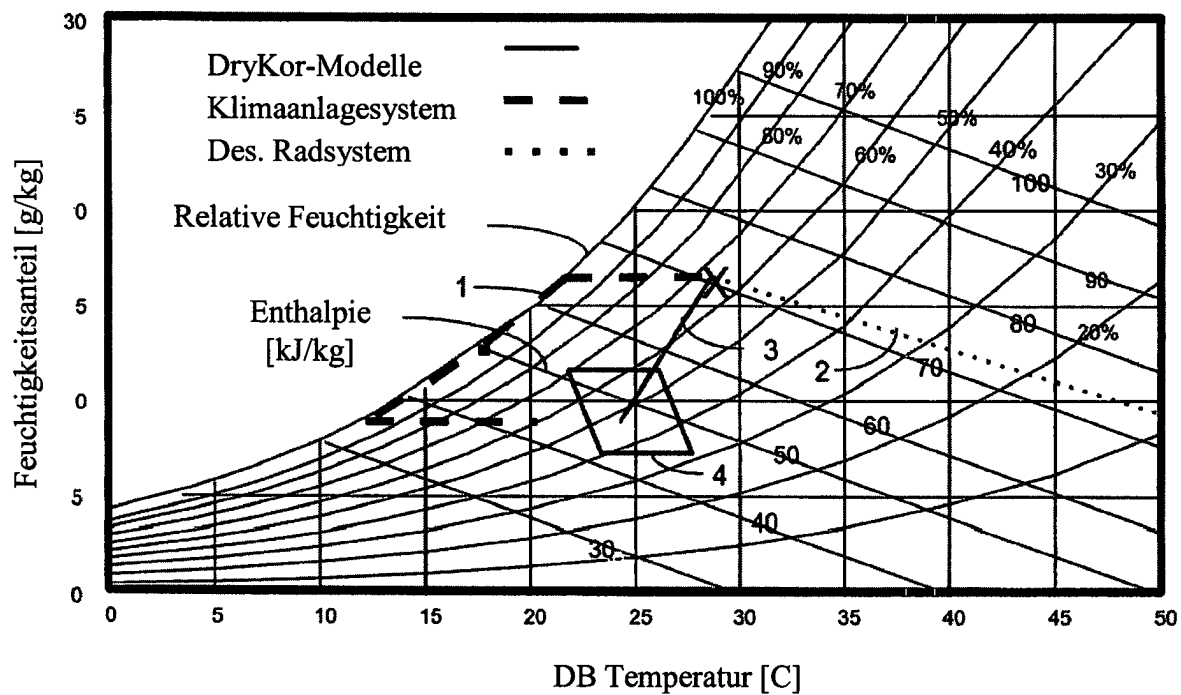


FIG.7

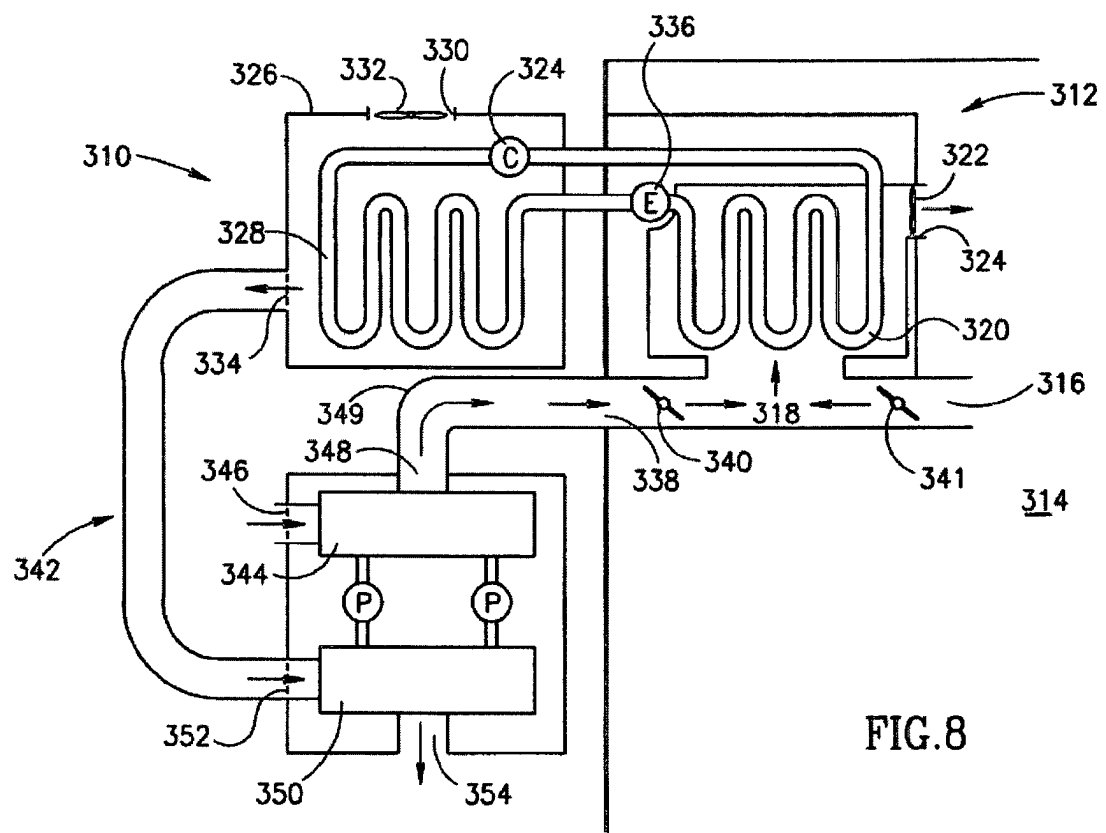


FIG.8