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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. Februar 2007 (01.02.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/012344 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F24F 5/00 (2006.01) *F28F 21/06* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/008209

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Juli 2005 (28.07.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **CLINA HEIZ- UND KÜHLELEMENTE GMBH** [DE/DE]; Lübarser Strasse 40-46, 13435 Berlin (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **CHAHED, Bechir** [DE/DE]; Taborstrasse 14A, 10997 Berlin (DE).

(74) Anwälte: **MARX, Lothar** usw.; Schwabe Sandmair Marx, Stuntzstrasse 16, 81677 München (DE).

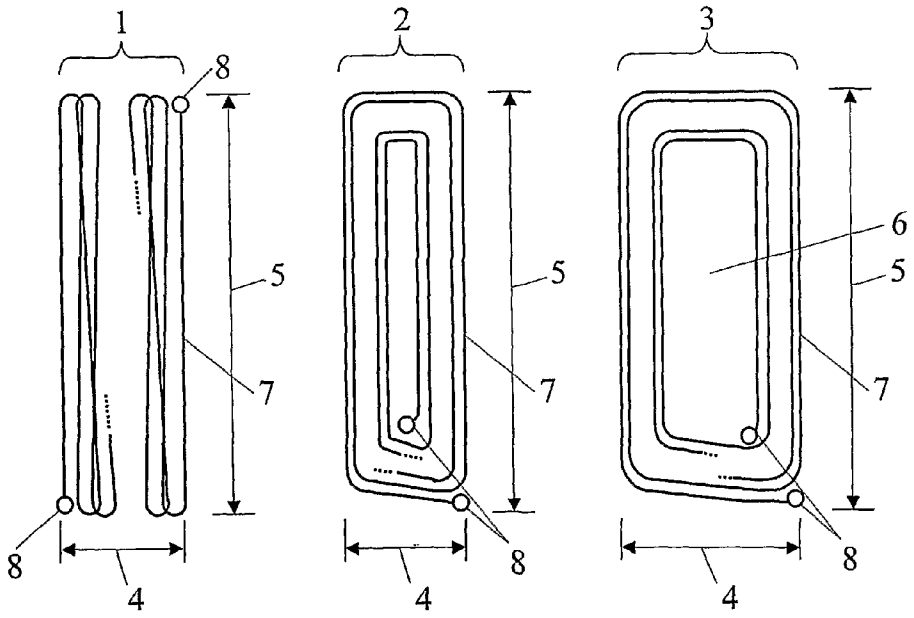
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC,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

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: AIR COOLING AND AIR DEHUMIDIFYING MODULE COMPRISING CAPILLARY TUBE MATS AND METHOD OF USING IT

(54) Bezeichnung: LUFTKÜHL- UND LUFTENTFEUCHTUNGSMODUL AUS KAPILLARROHRMATTEN UND VERFAHREN ZU SEINER ANWENDUNG



(57) Abstract: The invention relates to an air cooling and air dehumidifying module comprising plastic capillary tube mats, which are formed by folding and/or winding into a compact assembly with a virtually cuboidal outer shape, which cools and dehumidifies the air stream passed through the mat assembly when cold water is conducted through the capillary tubes. Furthermore, the invention relates to a method of operating the air cooling and air dehumidifying module in combination with cooling ceilings or suspended cooling panels. Such solutions serve for the decentralized cooling of rooms and for dehumidifying the air in a room.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/012344 A1

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul aus Kunststoff Kapillarrohrmatten, die durch Faltung und/oder Wicklung zu einem kompakten Paket mit nahezu quaderförmiger äusserer Gestalt geformt sind, das bei Kaltwasserführung in den Kapillarrohren den durch das Mattenpaket geleiteten Luftstrom kühlt und entfeuchtet. Ausserdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben des Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls in Kombination mit Kühldecken oder Kühlsegeln. Derartige Lösungen dienen zur dezentralen Raumkühlung und Entfeuchtung der Raumluft.

LUFTKÜHL- UND LUFTENTFEUCHTUNGSMODUL AUS KAPILLARROHRMATTEN UND VERFAHREN ZU SEINER ANWENDUNG

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul mit einem Wärmeübertra-gerelement aus Kunststoff-Kapillarrohrmatten, die zu einem kompakten Paket mit nahezu quaderförmiger äußerer Gestalt geformt sind, das bei Kaltwasserführung in den Kapillarrohren den durch das Mattenpaket geleiteten Luftstrom kühlt und entfeuchtet. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben des Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls in Kombination mit einer Kühldecke. Eine derartige Lösung dient zur dezentralen Raumkühlung und Entfeuchtung der Raumluft.

Kompaktwärmeübertrager Wasser/Luft bestehen in der Regel aus Metall, wobei Aluminium und Kupfer wegen der hohen Wärmeleitfähigkeit bevorzugte Anwendung finden. Diese Materialien sind teuer, der Verarbeitungsaufwand ist hoch und bei den meisten Einsatzgebieten, vor allem bei Kondensatbildung, kommt es häufig zur Korrosion.

Um die genannten Nachteile zu vermeiden, wurde erkannt, dass sich Kunststoff-Kapillarrohrmatten sehr gut als Wärmeübertragerfläche eignen. Sie finden vielfältigen Einsatz, beispielsweise zur Gestaltung von Kühl- und Heizdecken, Kühlsegeln usw., die gleichzeitig Raumbegrenzungsflächen bilden. Die Wärmeübertragung erfolgt durch Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung. Es wird durch diese Konstruktionen eine Raumkühlung bewirkt, eine intensive Luftkühlung kann und soll damit jedoch nicht erreicht werden.

Für den speziellen Einsatzfall der konvektiven Luftkühlung ist bekannt (DE 198 06 207 C2), dass Kapillarrohrmatten in einem Schacht, vorwiegend eben, angeordnet werden, wobei der Luftdurchfluss zwischen zwei Öffnungen mit Vertikalabstand aufgrund der Dichteunterschiede der Luft im Schacht und im Raum entsteht. Daraus resultiert auch der Begriff stille Kühlung. Der Wärmeübertrager arbeitet nur bei ent-

sprechend großer vertikaler Schachthöhe, der Luftstrom ist relativ klein und die Leistung somit begrenzt.

Weiter ist bekannt (DE 198 31 918 C2), dass bei ähnlichem Aufbau wie vorher (zu DE 198 06 207 C2) beschrieben die obere Schachtöffnung mit der Außenluft verbunden ist und somit die Luftqualität im Raum durch temperierte Außenluftzufuhr verbessert wird.

Bekannt ist weiterhin eine Kunststoff-Kapillarrohrmatte zur Kühlung und Heizung von Räumen und/oder Wasserbädern (DE 197 51 883 C2), die unter anderem auch eine spiralförmig aufgewickelte Kunststoff-Kapillarrohrmatte beinhaltet. Kennzeichnend für diese Konstruktion ist eine zwischen den Kapillarrohrmatten angeordnete Folie mit Vorsprüngen (Erhebungen), wodurch Kanäle gebildet werden. Während ein Stoffstrom in der Kapillarrohrmatte fließt, wird der zweite Stoffstrom durch die durch die Folie gebildeten Kanäle geleitet. Aus hydraulischer Sicht ist der hohe Druckverlust, der durch den Strömungswiderstand an der Folie entsteht, besonders nachteilig. Aus thermodynamischer Sicht ergeben sich für die spiralförmig gewickelte Lösung mehrere Nachteile. Die Folie liegt teilweise an den Kapillarrohren an, sodass diese nicht frei umspült werden, wodurch der äußere Wärmeübergangskoeffizient sinkt. Bei Anordnung von einer Kapillarrohrmatte mit eingängigem Flüssigkeitsstrom entsteht wegen des axial geführten Sekundärstoffstromes eine Kreuz-Gegenstrom-Führung mit geringem Gegenstromanteil. Werden mehrere Durchgänge gewählt, steigt der Druckverlust in der Kapillarrohrmatte stark an. Die Temperatur des außen geführten Stoffstromes ist über den Querschnitt des Wärmeübertragers nicht gleich, was besonders am Austritt nachteilig sein kann.

Die vorgenannten Nachteile werden durch die Lösung DPMA 103 13 384.4 (europäische Anmeldenummer 03016203.6), die durch spiralförmig angeordnete Kunststoff-Kapillarrohr-matten mit radialem Luftdurchtritt charakterisiert ist, vermieden. Nachteilig ist jedoch der große Platzbedarf aufgrund der zylindrischen Wärmeübertragergeometrie, sodass der Einsatz für Klimatisierungszwecke in Büro- und Wohnräumen nur eingeschränkt möglich ist.

Die beschriebenen, bekannten Lösungen werden im praktischen Einsatz nach der Raumtemperatur geregelt, sodass sich die Raumluftfeuchte ohne aktive Regelungsmöglichkeit einstellt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, nachfolgend beschriebene Zielstellungen für das Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zu erfüllen:

- Eine große Oberfläche soll auf engstem Raum erreicht werden.
- Das Wärmeübertragerelement ist in den äußeren Abmessungen so zu gestalten, dass der Einbau in Geräte und/oder baulich verfügbare Räume – beispielsweise in Deckenhohlräumen über Kühldecken – möglich wird.
- Die Konstruktion des Moduls und speziell des Wärmeübertragerelementes muss eine gute Wartung und auch den leichten Austausch des Wärmeübertragerelementes zulassen.
- Der Einsatz von korrosions- und inkrustationsfreiem Material für die Wärmeübertragerfläche ist anzustreben.
- Es ist eine thermodynamisch günstige Stromführung zu realisieren.
- Durch einen hohen konvektiven Wärmeübergang an der Oberfläche des Wärmeübertragerelementes soll eine intensive Luftkühlung und Luftentfeuchtung erreicht werden.
- Eine Leistungsregelung nach der Raumtemperatur oder nach der Raumluftfeuchte muss verwirklichbar sein.
- Im Betriebsverbund des Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls mit einer Kühldecke oder mit anderen Kühlflächen im Raum sollen eine aktive Regelung der Raumtemperatur und gleichzeitig auch der Raumluftfeuchte möglich werden.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 26 gelöst. Der Einsatz von korrosions- und inkrustationsfreiem Material für die Wärmeübertragerfläche ist durch Verwendung von Kunststoff-Kapillarrohrmatten

gegeben. Ein guter konvektiver Wärmeübergang an der Wärmeübertragerfläche wird durch die Queranströmung der Kapillarrohre infolge der kleinen thermodynamischen Überströmlänge, bedingt durch den kleinen Durchmesser der Kapillarrohre (in der Regel kleiner 6 mm), und durch die Durchströmungsgeschwindigkeit des kompakten Mattenpaketes erreicht. Die sonst bei Wärmeübertragern allgemein üblichen Rippenanordnungen an den Wärmeübertragerflächen können entfallen, wodurch eine gute Reinigungsmöglichkeit besteht. Eine große Oberfläche auf engstem Raum wird durch die kompakte Falt- und/oder Wickeltechnologie so erreicht, dass die Außengeometrie des Paketes einem Quader nahe kommt. Diese Tatsache bietet ideale Voraussetzungen für den Einsatz in Geräten, in baulich engen Räumen, so beispielsweise in Deckenhohlräumen, und für die Austauschbarkeit des Wärmeübertragerelementes.

Die dauerhafte Formgebung des Mattenpaketes kann auch durch alleinige und/oder zusätzliche Nutzung des Memoryeffektes – beispielsweise durch eine thermische Vorbehandlung – erreicht werden.

Vorteilhaft für die wärmetechnische Effizienz ist es, die Luftführung durch das Mattenpaket so zu gestalten, dass diese hauptsächlich im Gegenstrom zum Wasserdurchfluss erfolgt.

Einen besonderen konstruktiven und wärmetechnischen Vorteil bildet der Einsatz von Mattenpaketen mit einem Kernbereich, der identisch mit dem Druckraum zur Luftverteilung ist, da diese Lösung einen besonders kleinen Raum einnimmt und der thermodynamisch günstige Gegenstrom a priori realisiert ist.

Weitere vorteilhafte Ausformungen des Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls sind die Anordnung von Luftverteilsystemen im Druckraum, der Einsatz von versetzbaren Lufteintrittsstutzen in den Druckraum und die Gehäusegestaltung, die die gezielte Luftzufuhr in den Raum in Abhängigkeit der Modulanordnung im Raum befördert. So kann beispielsweise durch bestimmte Perforationsmuster im Gehäuse und durch einem Luftstromgleichrichter ein Quellluftdurchlass ausgebildet oder durch Anbau von

Luftdurchlasselementen in Schlitzform ein rechteckiger Freistrahl oder aber ein Luftstrom hoher Turbulenz, beispielsweise mittels Drallluftdurchlass, erzeugt werden.

Vorteilhaft ist auch die Kombination der vorgenannten Installationen zur Luftansaugung, zur Luftverteilung oder des Luftdurchlasses mit Einrichtungen zur Luftfilterung.

Die Horizontalinstallation des Mattenpaketes mit Kernbereich und dessen Nutzung als Druckraum eröffnet die Möglichkeit für eine extreme Flachbauweise, die sich besonders zum Einbau im Deckenhohlraum, z. B. über Kühldecken oder -segeln, eignet.

Eine vorteilhafte Weiterbildung stellt der Verzicht auf ein komplettes Gehäuse dar, wobei beim Einsatz von Mattenpaketen mit nutzbarem Kernbereich als Druckraum nur Abschlussplatten des Kernbereiches Anwendung finden, wobei mindestens eine Abschlussplatte mit einer Luftzuführungsöffnung ausgestaltet ist.

Die gleichmäßige Konditionierung des Luftvolumenstromes beim Durchgang durch das Mattenpaket wird durch den Einbau von Abdichtkörpern an den seitlichen Enden der Mattenpakete befördert, um Bypassluftströme zu vermeiden oder zu reduzieren.

Bei großen Druckräumen oder bei solchen mit einer geometrisch stark einseitigen Ausdehnung und/oder zur stufenweisen Leistungsregelung des Moduls ist es vorteilhaft, mehrere Lüfter und/oder Formstücke, die die Luftleitung und -lenkung befördern, zu installieren.

Eine weitere Verbesserung der Luftstromverteilung in den zu klimatisierenden Raum ist durch die Umhüllung des Mattenpaketes mit einer Folie mit angepasster Perforation oder einem geeigneten Gewebe zu erreichen.

Eine spezielle Möglichkeit zur Leistungssteigerung, d. h., zur Luftkühlung und -

entfeuchtung, bewirkt der Einsatz von mehreren, im Luftstrom nacheinander angeordneten Mattenpaketen, bestehend aus gefalteten und/oder gewickelten Kunststoff-Kapillarrohrmatten, die wasserseitig im Gegenstrom geschaltet sind. Zur weiteren Leistungssteigerung sind auch mehrere Kaltwassereintritte in die hintereinanderliegenden Mattenpakete sinnvoll.

Eine weitere Ausbildung ist dadurch gegeben, dass in den Druckraum teilweise oder ausschließlich Außenluft geleitet wird, wodurch der hygienisch notwendige Außenluftvolumenstrom ebenfalls eine Temperatur- und/oder Feuchteänderung erfährt.

Zur Verbesserung der wärmephysiologischen Bedingungen für die Raumnutzer kann es sinnvoll sein, bestimmte Raumflächen speziell zu temperieren, beispielsweise warme Fenster- oder Deckenflächen zu kühlen. Dazu sind die erfindungsgemäßen Module so anzuordnen, dass ggf. unter Nutzung des Coandaeffektes eine intensive Luftströmung entlang der zu temperierenden Platte, Wand usw. erfolgt.

Darüber hinaus ist das Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul auch in Zeiten bestehenden Raumheizbedarfs durch Beaufschlagung mit Heizwasser so einsetzbar, dass die Raumheizung unterstützt oder vollständig übernommen wird.

Die Leistungsregelung der Module kann nach allen bekannten Verfahren und deren Kombinationen (Änderung der Wassereintrittstemperatur, Änderung des Wasserstromes, Änderung des Luftvolumenstromes z. B. durch Drehzahlregelung, Abschaltung einzelner Lüfter, Nutzung der Schwerkraftwirkung usw.) erfolgen.

Effizienzsteigernd bezüglich des Primärenergieeinsatzes wird das Verfahren weitergebildet, indem für das Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul im Auslegungsfall eine niedrige Kaltwassertemperatur – die die Entfeuchtung durch Kondensation des Wasserdampfes in der Luft aufgabengemäß bewirkt – und für die Kühldecke eine möglichst hohe Kaltwassertemperatur Verwendung findet, sodass die Raumkühlung mit

einem geringen Exergiestrom – beispielsweise durch einen hohen Anteil an Umweltenergie – stattfindet.

Besondere Weiterentwicklungen dienen dem zweckmäßigen und platzsparenden Einsatz der Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodule in Verbindung mit den verschiedenen Arten von Kühldecken. So ist es bei offenen Kühldecken und bei Kühlsegeln zweckmäßig die Raumluft unmittelbar unter der Raumdecke, d. h. über der Kühlfläche, zu entnehmen.

Bei der Installation der Erfindung in Großräumen oder in Einzelräumen mit annähernd zeitlich gleichem Kühllastverlauf ist die Bildung von Regelungszonen für eine Gruppe von Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduln in Verbindung mit den zugeordneten Kühldecken und/oder Kühlsegeln sinnvoll. Entsprechend der örtlichen Ausdehnung der Regelzonen ist es zweckmäßig, die Regelgrößen Raumtemperatur und Raumluftfeuchte als Mittelwerte aus mehreren Messwerten zu ermitteln.

Eine vorteilhafte Lösung der Leistungsanpassung kann auch eine Zeitsteuerung darstellen, die beispielsweise im Vorgriff von erwarteten großen Laständerungen erfolgt.

Zur Energieersparnis ist die Weiterbildung des Verfahrens derart sinnvoll, dass zwischen den Schaltstufen der Regelung ein inaktiver Bereich – ein sogenanntes Energienullband – liegt, sodass in fest definierten Grenzen keine Raumkühlung und Luftentfeuchtung erfolgt oder auf eine dieser Aktivitäten bewusst verzichtet wird.

Zur Vereinfachung der Regelung besteht auch die Möglichkeit, nur die Raumtemperatur zu regeln und die Luftentfeuchtung passiv zu betreiben, sodass die Raumfeuchte entsprechend einer Vorausberechnung der Feuchtelasten und der sich einstellenden Entfeuchtungsleistung in bestimmten Bereichen frei schwingt.

Besonders vorteilhaft zur Schonung der Energieressourcen ist eine Regelung, die der Zielfunktion des minimalen Exergieeinsatzes bei Realisierung wärmephysiolo-

gisch optimaler Raumzustände folgt. Dies kann beispielsweise durch einen Mikrorechner bewirkt werden, der den Energieeinsatz bei möglichst raumnaher Wassertemperatur bevorzugt und die Leistungsaufteilung zwischen dem Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul sowie der Kühldecke oder des Kühlsegels optimiert.

Weiterhin kann die wasserseitige Hintereinanderschaltung von Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul sowie der Kühldecke bzw. des Kühlsegels sinnvoll sein, da durch das Kaltwasser niedriger Temperatur die Entfeuchtung im Modul bewirkt wird und die höhere Rücklauftemperatur aus dem Modul als Vorlauf für die Kühldecke bzw. das Kühlsegel dient. Bei sorgfältiger Leistungsabstimmung, die durch die Modul- sowie Deckengröße bestimmt ist, kann die Kondensatbildung an den Raumkühlflächen vermieden werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen mit Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 schematische Querschnitte durch das Mattenpaket, das aus einer oder mehreren Kunststoff-Kapillarrohrmatten durch eine Falt- und/oder Wickeltechnologie geformt ist, sodass eine äußere quaderähnliche Geometrie entsteht;

Fig. 2 unterschiedliche schematische Querschnitte des Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls mit speziellen Anordnungen der Mattenpakete und des Druckraumes;

Fig. 3 schematische Darstellung der wasserseitigen Hintereinanderschaltung der Mattenpakete innerhalb des Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur Erzeugung einer thermodynamischen Stromführung mit einem hohen Gegenstromanteil;

Fig. 4 schematischer Vertikalschnitt durch ein Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul mit einem Mattenpaket mit Kernbereich, der als Druckraum genutzt wird, und Führung des Luft- und Wasserstromes im Gegenstrom;

Fig. 5 schematischer Längsschnitt zu Fig. 4

Fig. 6 schematischer Vertikalschnitt durch ein Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul mit einem Mattenpaket mit Kernbereich, das zur Reduzierung der Einbauhöhe horizontal angeordnet ist;

Fig. 7 schematischer Längsschnitt zu Fig. 6 mit beispielhafter Darstellung des Einsatzes von Abdichtkörpern;

Fig. 8 schematischer Längsschnitt durch ein Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul mit einem Mattenpaket mit Kernbereich ohne komplettes Gehäuse, jedoch mit seitlichen Abschlussplatten des Mattenpaketes und der Besonderheit einer zweiseitigen Luftzuführung in axialer Richtung;

Fig. 9 Ausschnitt aus einer schematischen Längsschnittdarstellung durch ein Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul mit der Raumluftentnahme durch einen Lüfter von unten;

Fig. 10 Ausschnitt aus einer schematischen Längsschnittdarstellung durch ein Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul mit der Raumluftentnahme durch einen Lüfter von oben und konstruktiven Einbauten zur druckverlustarmen Luftlenkung;

Fig. 11 schematische Darstellung zur Anordnung von Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduln sowie einer geschlossenen Kühldecke mit den Systemen zur Kaltwasserversorgung und Kennzeichnung des Regelungsprinzips;

Fig. 12 schematische Darstellung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls, dem wasserseitig ein Kühlsegel nachgeschaltet ist, wobei die Leistungsregelung nach der Raumtemperatur erfolgt (Variante X kann durch Variante Y ersetzt werden);

Fig. 13 schematische Darstellung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls, dem wasserseitig ein Kühlsegel nachgeschaltet ist, wobei eine Leistungsregelung nach der Raumtemperatur und der maximal zulässigen Raumluftfeuchte erfolgt;

Fig. 14 schematische Darstellung zur Anordnung von Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduln in Verbindung mit einer offenen Kühldecke und der Raumluftentnahme aus dem Deckenhohlraum;

Fig. 15 schematische Darstellung zur Anordnung des Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls in Verbindung mit einem Kühlsegel und der Raumluftentnahme unterhalb des Kühlsegels;

Fig. 16 schematische Darstellung zur Anordnung des Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls in Verbindung mit einem aktiven und einem passiven Kühlsegel und der Raumluftentnahme aus dem Deckenhohlraum;

Fig. 17 schematische Darstellung zur Anordnung des Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls in Verbindung mit einem Kühlsegel und der Raumluftentnahme aus dem oberen Deckenhohlraum und der Lufteinbringung über dem Kühlsegel;

Fig. 18 schematische Darstellung zur Anordnung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur direkten Raumluftkonditionierung und eines weiteren Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls, das mit Außenluftzufuhr arbeitet.

Ausführungsbeispiel 1:

Nach Fig. 1 wird das kompakte Mattenpaket aus Kunststoff-Kapillarrohrmatten durch Faltung zur Form 1 oder durch Wicklung zur Form 2 oder 3 gebracht, sodass die Außenabmessungen nahezu die Geometrie eines Quaders besitzen.

Ausführungsbeispiel 2:

Gemäß Fig. 2 werden die Mattenpakete 1, 2 oder 3 nach Fig. 1 in einem Gehäuse 11 so angeordnet, dass ein Druckraum 12 gebildet wird, von dem aus der Luftvolumenstrom 10 durch die Mattenpakete in den zu klimatisierenden Raum 9 tritt. Die Kapillarrohrmatten, die das Mattenpaket bilden, werden mit Kaltwasser beaufschlagt, wodurch der Luftstrom 10 gekühlt und bei Unterschreiten der Taupunkttemperatur auch entfeuchtet (getrocknet) wird. Ausfallendes Kondensat wird im Kondensatauffangbehälter 13 gesammelt, von dort wird es nach bekannten Methoden, beispielsweise durch Abpumpen, entfernt. Im Druckraum 12 existiert ein Luftdruck, der höher als der im Raum 9 liegt. Dies wird durch das Wirken eines Lüfters 17 erreicht, der aus dem Raum 9 den Luftstrom 19 entnimmt und in den Druckraum 12 fördert.

Ausführungsbeispiel 3:

Fig. 3 zeigt eine Möglichkeit zur thermodynamischen Verbesserung der Betriebscharakteristik, indem mehrere Mattenpakete, beispielsweise von der Konstruktionsart 2, im Luftvolumenstrom 10 hintereinander geschaltet sind und dazu im Gegenstrom das Kaltwasser geführt wird. Dazu sind der Vorlauf 14 außenliegend, der Rücklauf 14a innenliegend und die Kaltwasserverbindungsleitungen 16 entsprechend Fig. 3 angeordnet.

Ausführungsbeispiel 4:

Nach Fig. 4 und Fig. 5 bietet das Verwenden eines Mattenpaketes gemäß Konstruktionsart 3 die Möglichkeit, den Kernbereich 6 als Druckraum 12 zu nutzen. Diese Variante besitzt den Vorteil, dass beim Kaltwasserfluss von außen nach innen, gemäß der dargestellten Anschlüsse 14 und 15, stets der thermodynamisch optimale Gegenstrom vorliegt. Außerdem wird eine sehr kompakte Bauweise für das Modul erreicht.

Ausführungsbeispiel 5:

Fig. 6 und Fig. 7 zeigen gegenüber dem Ausführungsbeispiel 4 den horizontalen Einbau des Mattenpaketes nach Konstruktionsart 3. Durch die geringe Höhe ist das Luftkühl- und Luft-entfeuchtungsmodul besonders zum Einbau in Deckenhohlräume geeignet, beispielsweise in Verbindung mit Kühldecken oder Kühlsegeln. Der Luftvolumenstrom 10 kann nach drei Seiten in den Raum austreten, der Kondensatauffangbehälter 13 erstreckt sich mindestens über die Abmessung 5. Eine Abwandlung ist dadurch möglich, dass der Kondensatauffangbehälter kleiner gestaltet wird, beispielsweise zu einer Rinne entartet, und das abtropfende Kondensat über trichterförmig angeordnete Leitflächen eingeleitet wird. In Fig. 7 ist weiterhin auch der beispielhafte Einbau von Abdichtkörpern 21 zum Vermeiden von Leckströmen unbehandelter Luft gezeigt. Ihr Einbau kann auch sinnvoll sein, wenn Mattenpakete seitlich aneinander stoßen.

Ausführungsbeispiel 6:

Fig. 8 bis Fig. 10 zeigen auszugsweise die vielfältigen Anordnungen des bzw. der Lüfter 17. Der Luftstrom 19 aus dem Raum 9 kann prinzipiell an allen Gehäuseseiten eintreten, um anschließend in den Druckraum 12 gefördert zu werden. Die Bauart der Lüfter 17 kann allen bekannten Varianten entsprechen, zu bevorzugen sind Walzenlüfter und Axiallüfter. Walzenlüfter bieten den Vorteil, dass sie den Druckraum mit dem Luftvolumenstrom über eine breite Eintrittsfläche füllen. Die Fig. 8 zeigt eine Lösung mit zwei Lüftern 19. Diese Variante gewährleistet eine gleichmäßige Beaufschlagung des Mattenpaketes mit dem Luftvolumenstrom 10 bei großer Paketlänge 20. Außerdem kann die Abschaltung eines Lüfters zur stufenweisen Leistungsregelung einbezogen werden. Aus diesem Grund kann auch der Einsatz weiterer Lüfter 17 sinnvoll sein. Fig. 8 zeigt den direkten Anbau, beispielsweise durch Anflanschen, der Lüfter an die Abschlussplatte 18a. Fig. 9 stellt den Einbau des Lüfters 17 im Gehäuse 11 dar. In Fig. 10 ist die druckverlustärmere Lösung vorgestellt, die durch Einbauten zur Luftführung bewirkt wird. Diese Einbauten können mit dem Gehäuse 11, dem Lüfter 17 oder wie dargestellt mit der Abschlussplatte 18b, beispielsweise kraft-, form- und/oder stoffschlüssig, verbunden sein.

Ausführungsbeispiel 7:

Fig. 11 zeigt eine prinzipielle Möglichkeit der Anordnung von Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduln 22 in Verbindung mit einer Kühldecke 24, sowie deren Kaltwasseranschlüsse 14, 15, 14a, 15a und das Regelungsregime. Es ist aus exergetischer Sicht generell vorteilhaft, wenn das Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul 22 an ein Kaltwassernetz niedriger Temperatur, die durch Taupunktunterschreitung auf der Kapillarrohroberfläche die Kondensation des Wasserdampfes aus der Luft bewirkt, und die Kühldecke 24 an ein Kaltwassernetz höherer Temperatur angeschlossen sind. Der Kühldeckenbetrieb kann dann während eines großen Zeitraumes des Jahres beispielsweise mit Umweltenergie, die über einen Kühlturm aufgenommen wird oder einem Erdkollektor entstammt, erfolgen. Die Regelung sollte vorzugsweise mittels zweier Regelkreise vorgenommen werden. Die Luftfeuchteregelung übernehmen die Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduln 22 und die Raumtemperaturegelung die Kühldecke 24. Die Teile der Regelkreise sind: Feuchtefühler 27, Feuchteregler

(Hygrostat) 29, Temperaturfühler 26, Temperaturregler (Thermostat) 28. Die Stellglieder in den Regelkreisen sind im dargestellten Ausführungsbeispiel Stellventile in den Kaltwasseranschlüssen. Generell sind auch andere bekannte Varianten möglich, beispielsweise das Verstellen der Temperaturen oder im Falle der Leistungsregelung des Moduls 22 das Ändern des Luftdurchsatzes durch das Mattenpaket usw. Die getrennt wirkenden Feuchte- und Temperaturregelkreise gewährleisten die Einhaltung eines vorgegebenen Raumzustandes. Damit kann mit einfachen Mitteln eine sehr hohe wärmephysiologische Qualität im Raum 9 erreicht werden, da die Vorteile der geregelten Raumluftfeuchte und die behaglichkeitsbefördernde, strahlungsintensive Wärmeaufnahme durch die Kühldecke kombiniert sind. Bezüglich der Regelkreise besteht selbstverständlich auch die Möglichkeit ihr Wirken miteinander zu verknüpfen, indem beispielsweise die beabsichtigte Änderung des einen Reglers dem jeweils anderen angezeigt wird, z. B. in Form einer bekannten Störgrößenaufschaltung, oder dass beide Regler in beispielsweise einem Mikrocomputer vereinigt sind und eine verknüpfte Regelstrategie aufweisen.

Ausführungsbeispiel 8:

Fig. 12 zeigt eine regelungstechnische Vereinfachung, derart dass das Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul 22 und die Kühldecke, hier als Kühlsegel 25 dargestellt, wasserseitig hintereinander geschaltet sind und dass nur eine Temperaturregelung mittels Fühler 26 und Regler 28 erfolgt. Unter der Voraussetzung einer genauen Last- und Leistungserfassung sowie entsprechender Bemessung des Moduls 22 und des Kühlsegels 25 kann die Raumtemperatur genau und die Raumluftfeuchte in einem Bereich mit vorgegebenen Grenzen eingehalten werden. Bei richtiger Leistungsabstimmung der beiden Komponenten ist gesichert, dass keine Kondensation an der Kühldecke bzw. am Kühlsegel entsteht, d. h., das Gesamtsystem ist diesbezüglich eigensicher. Der Einsatz der Schaltungsvariante Y anstelle der Variante X ermöglicht es, zwischen dem Kaltwasseraustritt 15 aus dem Modul 22 und dem Kaltwassereintritt 14a in das Kühlsegel 25 einen Teil oder den gesamten Wasserstrom abzuleiten. Bei Einsatz dieser Variante ergibt sich der Vorteil einer gesteuerten Leistungsverteilung für das Modul 22 und das Kühlsegel 25.

Ausführungsbeispiel 9:

Eine weitere spezielle Lösung, die in vielen Einsatzfällen vorteilhaft ist, zeigt Fig. 13. Das Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul 22 und die Kühldecke, hier als Kühlsegel 25 dargestellt, sind wasserseitig hintereinander geschaltet und werden vom gleichen Wasserstrom beaufschlagt, wobei die Raumtemperaturregelung den Wasserdurchsatz beeinflusst, die Luftentfeuchtung aber dennoch in Grenzen regelbar ist, da ein Stellglied 30, beispielsweise eine Jalousie, den Luftvolumenstrom durch das Mattenpaket beeinflusst. Diese Variante ist z. B. sinnvoll, wenn nur die maximale Luftfeuchte begrenzt und ein Maximum der Kühlleistung von der Kühldecke erbracht werden soll. Als Signalgeber kann anstelle der Raumluftfeuchte auch ein Feuchtefühler an der Kühldecke bzw. am Kühlsegel dienen.

Ausführungsbeispiel 10:

Fig. 14 demonstriert eine vorteilhafte Einbaumöglichkeit von Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduln 22 in Verbindung mit einer offenen Kühldecke 24a, sodass der Deckenhohlraum optimal genutzt wird. Die Entnahme des Luftvolumenstromes 19 aus dem Raum erfolgt im obersten Bereich des Deckenhohlraumes. Dies ist vorteilhaft, da warme, feuchte Luft die geringste Dichte besitzt und sich im oberen Raumbereich sammelt. Somit wirken die größten Temperatur- und Partialdruckunterschiede an der Oberfläche der Kunststoff-Kapillarrohrmat-ten und befördern die Kühl- und Entfeuchtungsleistungen. Der Zuluftvolumenstrom 23 gekühlter und entfeuchteter Luft kann in Wandnähe zugfrei für die Raumnutzer geleitet werden.

Ausführungsbeispiel 11:

Fig. 15 bis Fig. 17 zeigen vorteilhafte Möglichkeiten, wie ein Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul 22 wärmetechnisch günstig und unter Einhaltung strenger Behaglichkeitskriterien in Verbindung mit einem Kühlsegel 25 angeordnet werden sollte. Gemäß Fig. 15 entnimmt das Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul 22 den Raumluftvolumenstrom 19 in einem Abstand von beispielsweise 50 bis 100 mm unter dem Kühlsegel 25, sodass die aufsteigende Warmluft noch nicht durch die konvektive Wirkung der Kühlfläche 25 vorgekühlt ist. Der Zuluftstrom 23 in den Raum tritt im

Zwischenraum zur Decke über dem Kühlsegel 25 aus, sodass die Luftströmung in den Raum außerhalb des durch das Kühlsegel abgedeckten Bereiches erfolgt. Die Hauptaufenthaltsbereiche, beispielsweise die Arbeitsplätze an Schreibtischen, befinden sich in der Regel unter dem Kühlsegel, um die wärmephysiologisch günstige Wirkung der Strahlungskühlung empfinden zu können, wodurch das seitliche Abströmen von Kaltluft nicht störend wirkt. Außerdem kann die architektonische Ausformung des Kühlsegels so vorgenommen werden, dass wandnahe Abströmungsbereiche der Kaltluft entstehen. Diese Luftströme verteilen sich dann im Bodenbereich analog der bewährten Quellluftzufuhr.

Fig. 16 zeigt die Raumluftansaugung 19 im oberen Raumbereich und der Austritt aus dem Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul 22 erfolgt seitlich z. B. mittels Schlitzdüsen so, dass ein passives Kühlsegel 25a – den Coandaeffekt nutzend – angeblasen wird. Dadurch erfährt die Fläche 25a eine Kühlung, wodurch als Sekundäreffekt eine Strahlungskühlung für den Raum entsteht.

Fig. 17 zeigt eine konstruktiv besonders einfach zu realisierende Anordnung des Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls 22 direkt über dem Kühlsegel 25. Der Raumluftvolumenstrom 19 wird im oberen Raumbereich entnommen und der konditionierte Zuluftstrom 23 direkt über dem Kühlsegel 25 ausgeblasen, wobei die vorteilhaften Möglichkeiten der weiteren Luftführung gemäß der Beschreibung zur Fig. 15 zu nutzen sind.

Ausführungsbeispiel 12:

Fig. 18 zeigt ergänzend zum Ausführungsbeispiel 7 mit Bezug auf Fig. 11, die vorteilhafte Möglichkeit der Außenluftzufuhr 19a und deren Luftkonditionierung in einem Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul 22. Damit kann ein hygienisch bedingter Außenluftvolumenstrom, dessen Größe in Abhängigkeit der Anzahl der Raumnutzer oder des Raumvolumens definiert ist, eingebracht werden. Es ist vorteilhaft, dass dieser Luftvolumenstrom eine Temperatur- und Feuchteänderung erfährt und somit weitestgehend an den behaglichen Raumluftzustand angepasst in den Raum als Zuluftstrom 23 eintritt. Ergänzend dazu kann beispielsweise ein weiteres Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul 22 im bekannten Umluftbetrieb arbeiten. Eine Weiterbildung

des Verfahrens berücksichtigt beispielsweise eine Steuerung des Außenluftvolumenstromes 19a in Abhängigkeit der Tageszeit, der Raumbelegung oder der Raumluftqualität.

Bezugszeichenliste

1 formstabiles Mattenpaket gebildet durch Lagen
2 formstabiles Mattenpaket gebildet durch Parallelwicklung
3 formstabiles Mattenpaket gebildet durch Parallelwicklung mit offenem Kernbereich
4 Breite des Mattenpaketes
5 Höhe des Mattenpaketes
6 Kernbereich des Mattenpaketes
7 Kapillarrohr der Kunststoff-Kapillarrohrmatte
8 Verteil- bzw. Sammelrohr (sogenannte Stämme) der Kunststoff-Kapillarrohrmatte
9 Raum dessen Luft mit gekühlter und entfeuchteter Luft versorgt wird
9a Außenluftvolumenstrom (Atmosphäre) zur Füllung des Druckraumes
10 Luftvolumenstrom durch das Mattenpaket
11 Gehäuse
12 Druckraum (Luft mit einem Druck größer als in 9)
13 Kondensatauffangbehälter
14 Kaltwasservorlauf für das Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul
14a Kaltwasservorlauf für die Kühldecke oder das Kühlsegel
15 Kaltwasserrücklauf aus dem Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul
15a Kaltwasserrücklauf aus der Kühldecke oder dem Kühlsegel
16 Kaltwasserverbindungsleitung
17 Lüfter zur Luftförderung in den Druckraum 12 bzw. den Kernbereich 6
18 Abschlussplatte des Mattenpaketes
18a Abschlussplatte des Mattenpaketes mit Luftzufuhröffnung
18b Abschlussplatte des Mattenpaketes mit Luftzufuhröffnung und Einbauten zur druckverlustarmen Luftführung
19 Luftvolumenstrom aus dem Raum zur Füllung des Druckraumes
19a Außenluftvolumenstrom (Atmosphäre) zur Füllung des Druckraumes
20 Länge des Mattenpaketes
21 Abdichtkörper zum Vermeiden von Leckströmen unbehandelter Luft
22 Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul
23 gekühlter und entfeuchteter Zuluftvolumenstrom in den Raum
24 geschlossene Kühldecke
24a offene Kühldecke
25 Kühlsegel

25a Kühlsegel mit passiver Funktion

26 Temperaturfühler im Raum

27 Feuchtefühler im Raum

28 Regler für die Kühlleistung in Abhängigkeit der Raumtemperatur (Thermostat)

29 Regler für die Entfeuchtungsleistung in Abhängigkeit der Raumfeuchte (Hygrostat)

30 Stelleinrichtung zur Beeinflussung des Luftvolumenstromes durch das Mattenpaket

Patentansprüche

1. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung aus Kunststoff-Kapillar-Rohrmatten, bestehend aus Verteil- und Sammelrohren mit dazwischen verlaufenden flexiblen Kapillarrohren, die mit Wasser wählbarer Temperatur beaufschlagt werden,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Kapillarrohrmatten zu einem kompakten, formstabilen Paket (1; 2; 3) durch Lagenbildung (1), durch Wicklung (2) ohne vergrößerten Innenraum oder durch Wicklung (3) mit einem definierten Kernbereich (6) so geformt sind, dass sich ein quaderähnlicher Körper ergibt,
   dass ein oder mehrere Mattenpakete (1; 2; 3) in einem Gehäuse (11) mit Öffnungen so angeordnet werden, dass ein Druckraum (12) entsteht, dem kontinuierlich mittels Lüfter (17) ein zu behandelnder Luftstrom (19) aus einem zu klimatisierenden Raum (9) zugeführt wird, und
   dass aus dem bzw. in den Druckraum (12) aufgrund des zwischen Druckraum (12) und Raum (9) bestehenden Druckunterschieds ein Luftstrom (10) durch das bzw. die Mattenpakete (1; 2; 3) entsteht.

2. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
   dass die Luftdurchströmung durch das Mattenpaket (1; 2; 3) durch einen Überdruck in der Druckkammer (12) gegenüber dem Luftdruck im Raum (9) bewirkt wird, wobei der Überdruck durch den druckseitigen Anschluss des Lüfters (17) entsteht.

3. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
   dass die Höhe (5) des quaderähnlichen Körpers mindestens das Zweifache seiner Breite (4) beträgt.

4. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,**

dass zur Abdichtung des Druckraumes (12) Abdichtkörper (21) verwendet werden, um Bypassströme unaufbereiteter Luft zu vermeiden.

5. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Öffnungen in dem Gehäuse (11) z.B. Schlitze, Löcher oder Perforationen sind.

6. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul nach den vorgehenden Ansprüchen, **dadurch gekennzeichnet,**
dass infolge des Kontakts zwischen einem Luftstrom (10) und einer Kapillarrohroberfläche (7) eine konvektive Wärmeübertragung und bei niedriger Wassertemperatur in den Kapillarrohrmatten durch Taupunktunterschreitung an der Kapillarrohroberfläche (7) auch eine Lufttrocknung durch Kondenswasserbildung erfolgt.

7. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach den vorgehenden Ansprüchen **dadurch gekennzeichnet,**
dass die dauerhafte Formstabilität des Mattenpaketes (1, 2; 3) durch handelsübliche Kunststoffbinder oder Nutzung des Memoryeffektes, beispielsweise durch thermische Vorbehandlung, erreicht wird.

8. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der vorgehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet,**
dass zur Effizienzsteigerung des Wärmeaustauschers und der Entfeuchtung mehrere Mattenpakete (1; 2; 3) im gleichen Luftstrom (10) hintereinander oder parallel geschaltet werden und der Wasserstrom durch die Anordnung eines Kaltwassereintritts (14), einer Kaltwasserverbindungsleitungen (16) und eines Kaltwasseraustritts (15) im Gegenstrom geführt wird.

9. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der vorgehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Mattenpaket (3) mit definiertem Kernbereich (6) so im Gehäuse (11) platziert wird, dass der mattenfreie Kernbereich (6) die Funktion des

Druckraumes (12) übernimmt und mittels Lüfter (17) mit Raumluft (19) befüllt wird und dass der auf mehrere Seiten aufgeteilte Luftstrom (10) in den Raum (9) die Kapillarrohroberfläche (7) so kontaktiert, dass bei außenliegendem Wassereintritt (14) und innenliegendem Wasseraustritt (15) die thermodynamisch günstigste Betriebscharakteristik, der Gegenstrom, realisiert ist.

10. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Druckraum (12), der identisch mit dem Kernbereich (6) sein kann, Einbauten zur Luftverteilung besitzt, die einen gleichmäßigen oder je nach Einsatzbedingungen gezielten Luftaustritt in den Raum (9) gewährleisten.

11. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Lufteintritt der Raumluft (19) je nach Anordnung des Moduls im Raum flexibel gestaltbar ist, was vorzugsweise durch Anordnung umsteckbarer Flansche und/oder Einsatz von Walzenlüftern mit drehbaren Gehäusen zu bewirken ist.

12. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Gehäuse (11) an den Flächen des Luftdurchtritts in den Raum zu speziellen Luftdurchlasselementen ausgeformt oder mit solchen bekannter Bauart verbunden ist, wobei Lochblechanordnungen, Schlitzdurchlässe oder verstellbare Lamellenbleche bevorzugte Lösungen darstellen.

13. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der vorgehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Mattenpakete (3) mit einem definierten Kernbereich (6), der gleichzeitig den Druckraum bilden kann, horizontal installiert werden.

14. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der vorgehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet,**

dass beim Einsatz der Mattenpakete (3) mit einem definierten Kernbereich (6) auf ein Gehäuse (11) verzichtet wird und der Kernbereich durch eine geschlossene Abschlussplatte (18) und gegenüberliegend durch eine Abschlussplatte (18a) mit Luftzuführöffnung verschlossen ist.

15. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der vorgehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Druckraum (12) durch mehrere Lüfter (17) mit Raumluftströmen (19) befüllt wird.

16. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der vorgehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet,**
dass zwischen dem Lüfter (17) / den Lüftern (17) und dem Druckraum (12) Formstücke zur Leitung und Lenkung des Luftstromes installiert sind.

17. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der vorgehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Mattenpaket (1; 2; 3) von einer perforierten Folie, deren Lochung die Luftdurchtrittsöffnung bildet, umhüllt wird.

18. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der vorgehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet,**
dass dem Druckraum (12) ein konstanter, regelbarer oder steuerbarer Außenluftstrom (19a) zugeführt wird.

19. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der vorgehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Luftdurchtritt zum Raum (9) so ausgebildet ist, dass Flächen, vorzugsweise Fenster oder passive Kühlsegel (15a), so angeblasen werden, dass deren Oberflächentemperatur gesenkt wird.

20. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach dem vorgehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorteile des Coandaeffekts genutzt werden.

21. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der vorgehenden Ansprüche 15 **dadurch gekennzeichnet,**
dass im Luftweg durch das Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul ein oder mehrere Luftfilter und/oder Luftbefeuchter integriert sind.

22. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 1 bis 16 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Leistungsregelung des Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls (22) durch eine veränderbare Wassertemperatur, einen veränderbaren Wasserstrom und/oder einen veränderbaren Luftvolumenstrom durch das Mattenpaket (1; 2; 3) erfolgt.

23. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der vorgehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Luftdurchströmung durch das Mattenpaket (1; 2; 3) durch einen Unterdruck in der Druckkammer (12) gegenüber dem Luftdruck im Raum (9) bewirkt wird, wobei dieser durch den saugseitigen Anschluss des Lüfters (17) entsteht.

24. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der vorgehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Mattenpaket / die Mattenpakete (1; 2; 3) im Gehäuse (11) so angeordnet ist / sind, dass die Luftdurchströmung durch das Mattenpaket / die Mattenpakete (1; 2; 3) infolge von Dichteunterschieden zwischen der abgekühlten Luft und der Raumluft bei verringerter Leistung bewirkt wird.

25. Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul zur Raumklimatisierung nach einem der vorgehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Modul (22) durch Einsatz von Wassertemperaturen, die über der Raumlufttemperatur liegen, auch eine Heizfunktion übernehmen kann.

26. Verfahren zur Anwendung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur Raumklimatisierung nach den Ansprüchen 1 bis 24 **dadurch gekennzeichnet,**

dass das Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul (22), unabhängig von seinem räumlichen Standort, und die Kühldecke, unabhängig von ihrer Bauart (24; 24a; 25), eine regelungstechnische Einheit zur Klimatisierung des Raumes (9) bilden, indem die Leistung des Luftkühl- und Entfeuchtungsmoduls so geregelt wird, dass der Sollwert der Raumluftfeuchte eingehalten wird, und dass die Leistung der Kühldecke so geregelt wird, dass der Sollwert der Raumtemperatur garantiert wird.

27. Verfahren zur Anwendung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur Raumklimatisierung nach Anspruch 25 **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Luftkühl- und Entfeuchtungsmodul (22) und die Kühldecke (24; 24a; 25) zum Vorteil eines niedrigen Exergieeinsatzes mit in ihrer Vorlauftemperatur unterschiedlichen Kaltwasserströmen (14; 14a) versorgt werden, wobei der Wasserstrom mit der niedrigeren Temperatur das Luftkühl- und Entfeuchtungsmodul (22) beaufschlagt.

28. Verfahren zur Anwendung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur Raumklimatisierung nach Anspruch 25 oder 26 **dadurch gekennzeichnet,**
dass eine offene Kühldecke (24a) oder ein Kühlsegel (25) eingesetzt wird und das Luftkühl- und Entfeuchtungsmodul (22) die Raumluft (19) aus dem Deckenzwischenraum entnimmt.

29. Verfahren zur Anwendung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 25 bis 27 **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Luftkühl- und Entfeuchtungsmodul (22) und die Kühldecke (24; 24a) oder das Kühlsegel (25) konstruktiv miteinander verbunden sind und/oder eine gestalterische Einheit bilden.

30. Verfahren zur Anwendung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 25 bis 27 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Regelung der Raumtemperatur und/oder der Raumluftfeuchte für eine definierte Raumzone oder für eine Gruppe von Räumen erfolgt.

31. Verfahren zur Anwendung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 25 bis 29 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Regelgrößen Raumtemperatur und Raumluftfeuchte als arithmetische oder gewichtete Mittelwerte aus den Signalen mehrerer Messfühler gebildet werden.

32. Verfahren zur Anwendung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 25 bis 30 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Leistungsanpassung des Luftkühl- und Entfeuchtungsmoduls (22) und/oder der Kühldecke (24; 24a) und/oder des Kühlsegels (25) als Zeitsteuerung realisiert wird.

33. Verfahren zur Anwendung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 25 bis 31 **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Betrieb des Luftkühl- und Entfeuchtungsmoduls (22) und/oder der Kühldecke (24; 24a) und/oder des Kühlsegels (25) in Abhängigkeit des Über- oder Unterschreitens vorbestimmter Temperatur- und/oder Feuchtegrenzwerte erfolgt.

34. Verfahren zur Anwendung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 25 bis 32 **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Betrieb und die Leistungsregelung des Luftkühl- und Entfeuchtungsmoduls (22) und/oder der Kühldecke (24; 24a) und/oder des Kühlsegels (25) nach dem Primat der Einhaltung der Raumtemperatur erfolgt.

35. Verfahren zur Anwendung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 25 bis 33 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Entfeuchtungsleistung des Luftkühl- und Entfeuchtungsmoduls (22)

nach dem Signal eines oder mehrerer Feuchtefühler und/oder Taupunktwächter, die in Verbindung mit der Kühldecke (24; 24a) und/oder dem Kühlsegels (25) installiert sind, so geregelt oder gesteuert wird, dass eine Kondensation an der Kühldecke vermieden wird.

36. Verfahren zur Anwendung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 25 bis 34 **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Betrieb und die Leistungsregelung des Luftkühl- und Entfeuchtungsmoduls (22) und/oder der Kühldecke (24; 24a) und/oder des Kühlsegels (25) nach der Zielfunktion minimaler Exergieeinsatz bei optimaler Raumluftkonditionierung und/oder thermischer Behaglichkeit erfolgt.

37. Verfahren zur Anwendung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 25 bis 35 **dadurch gekennzeichnet,**
dass wasserseitig die Kühldecke (24; 24a) und/oder das Kühlsegel (25) dem Luftkühl- und Entfeuchtungsmodul (22) nachgeschaltet ist, wobei der Kaltwasserrücklauf (15) aus dem Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmodul dem Kaltwasservorlauf (14a) für die Kühldecke oder für das Kühlsegel entspricht.

38. Verfahren zur Anwendung eines Luftkühl- und Luftentfeuchtungsmoduls zur Raumklimatisierung nach einem der Ansprüche 25 bis 36 **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Luftkühl- und Entfeuchtungsmodul (22) in Kombination mit anderen in ihrer Leistung regelbaren und/oder steuerbaren Raumkühlflächen, beispielsweise flächenförmige Raumteiler oder Wandflächen, zusätzlich oder anstelle von Kühldecken arbeitet.

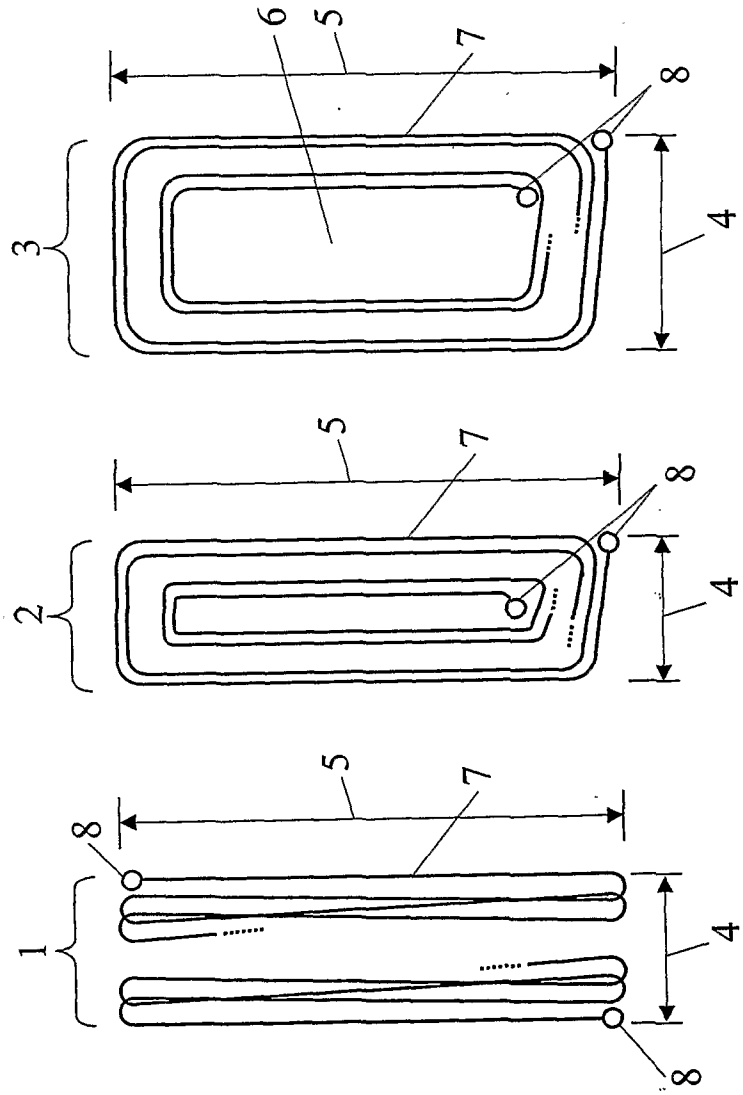


Fig. 1

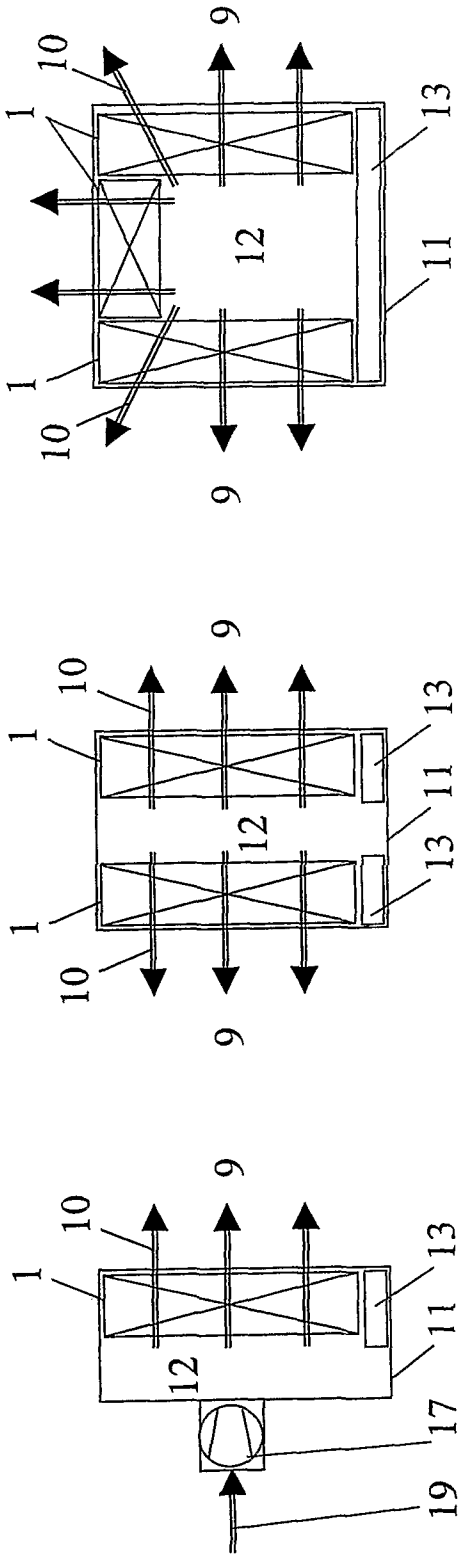


Fig. 2

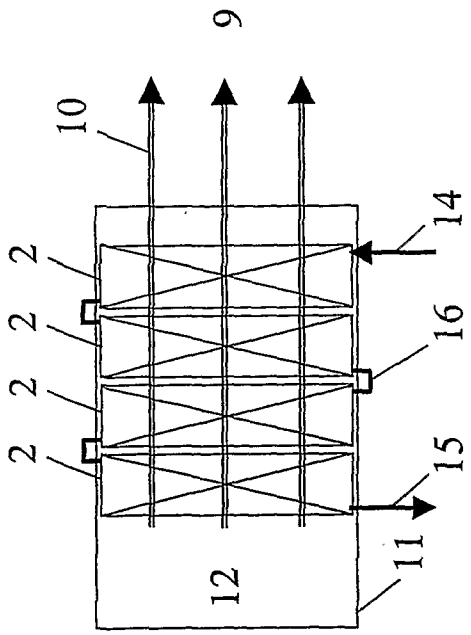


Fig. 3

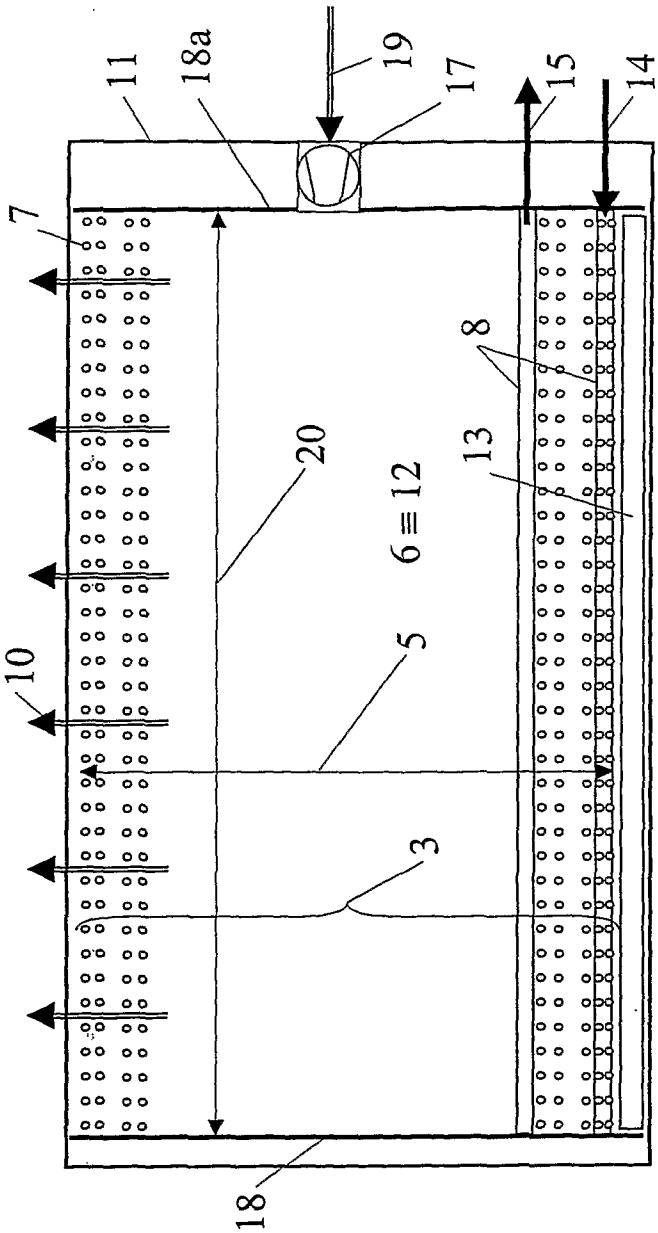


Fig. 5

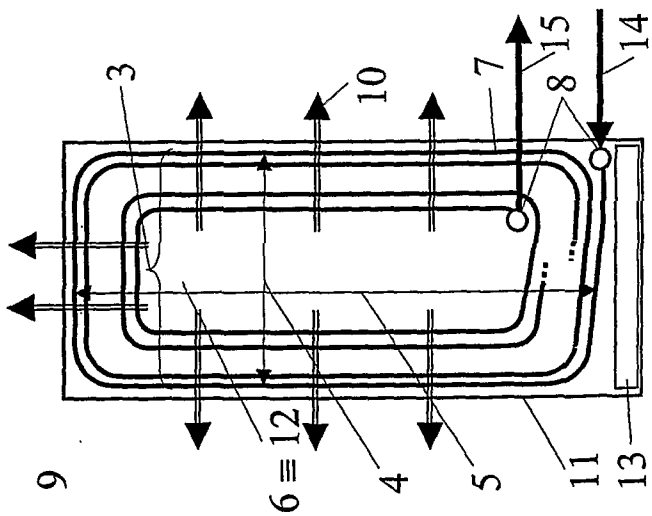


Fig. 4

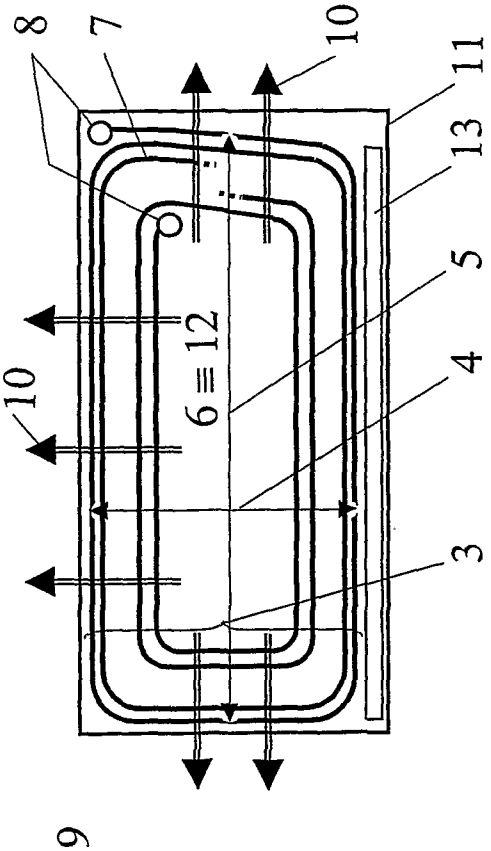


Fig. 6

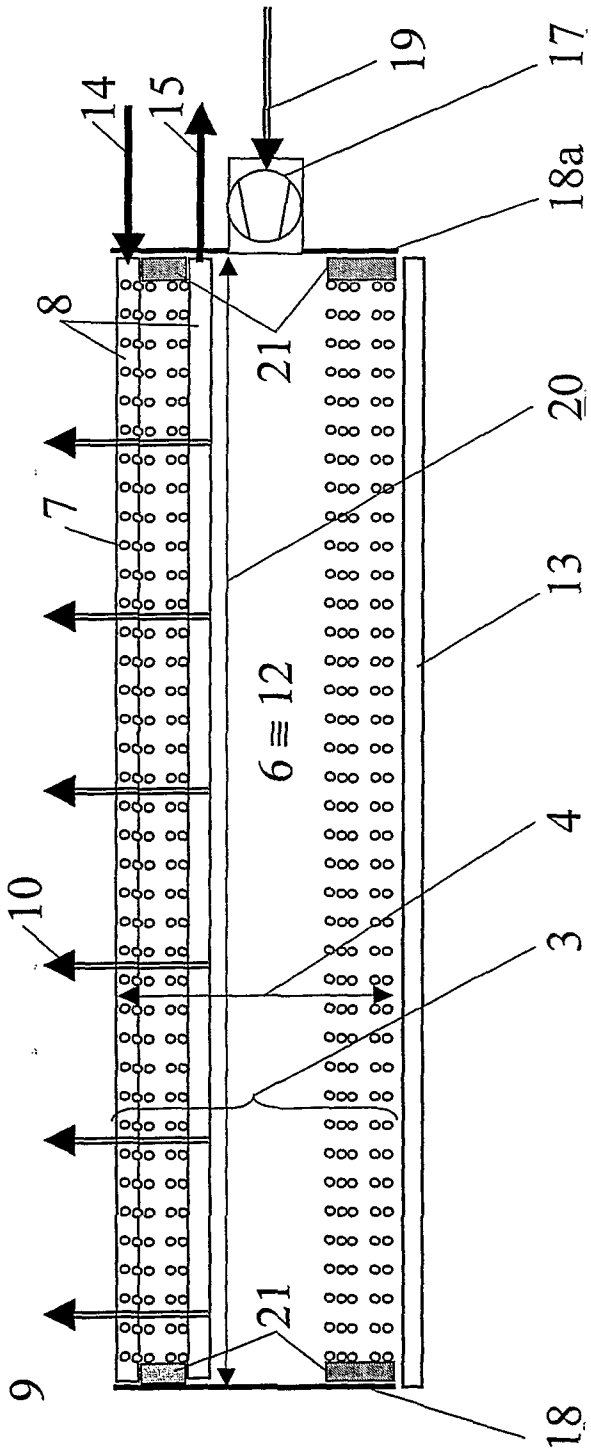


Fig. 7

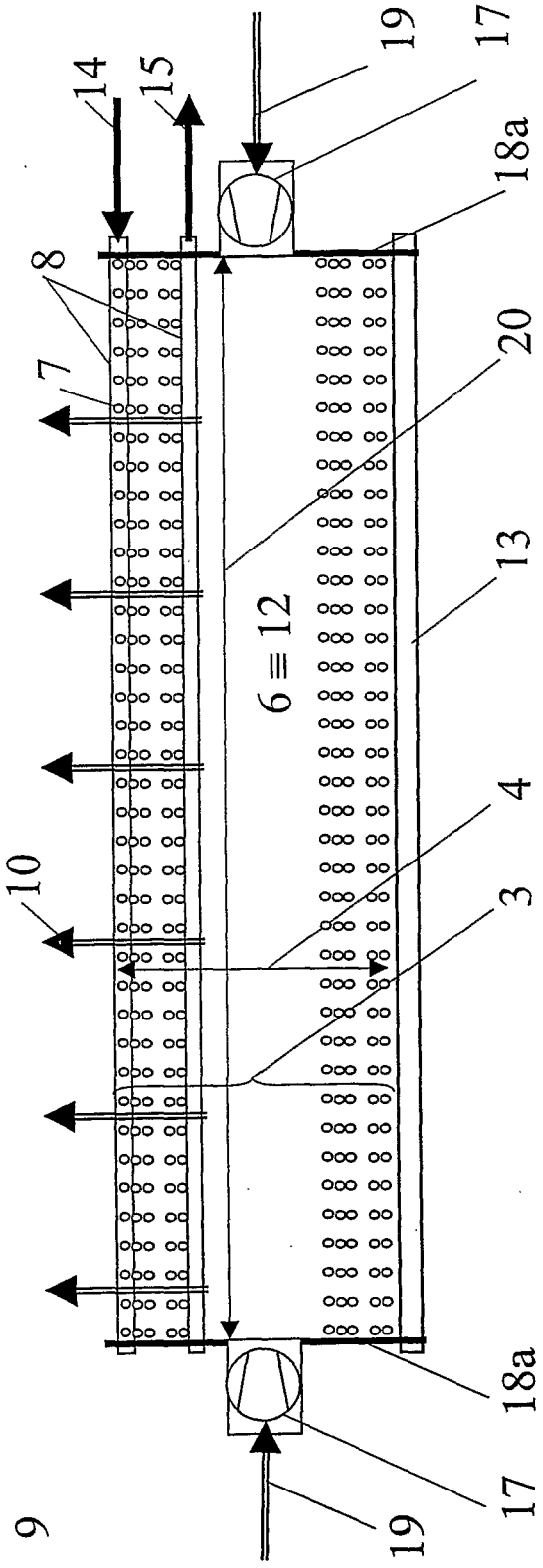


Fig. 8

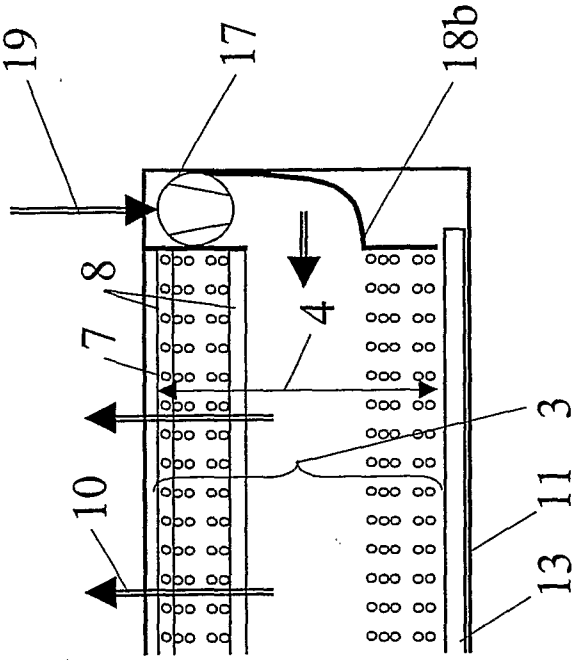


Fig. 10

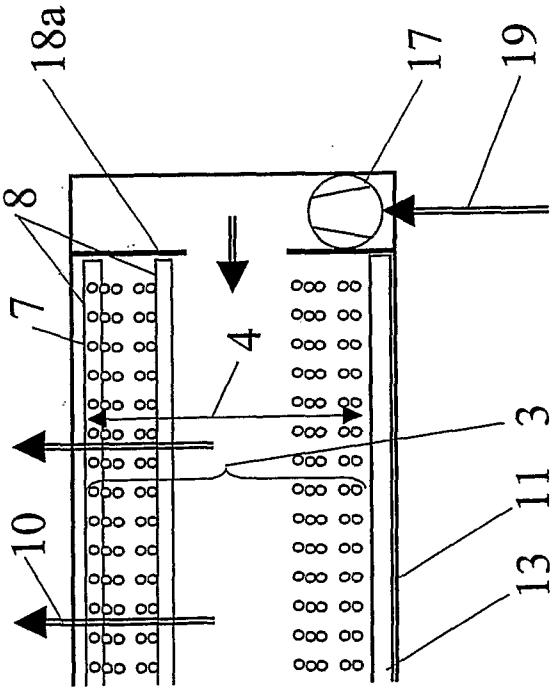


Fig. 9

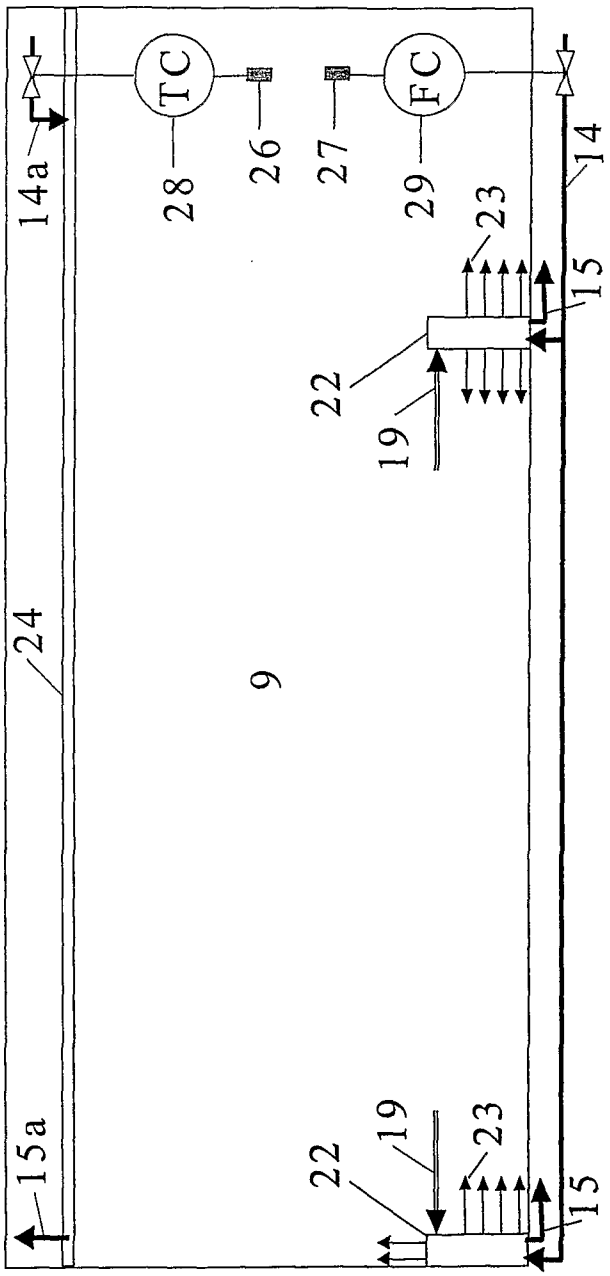

TC
FC
14a
28
26
27
29
23
14
15
22
19
24
9
15a

Fig. 11

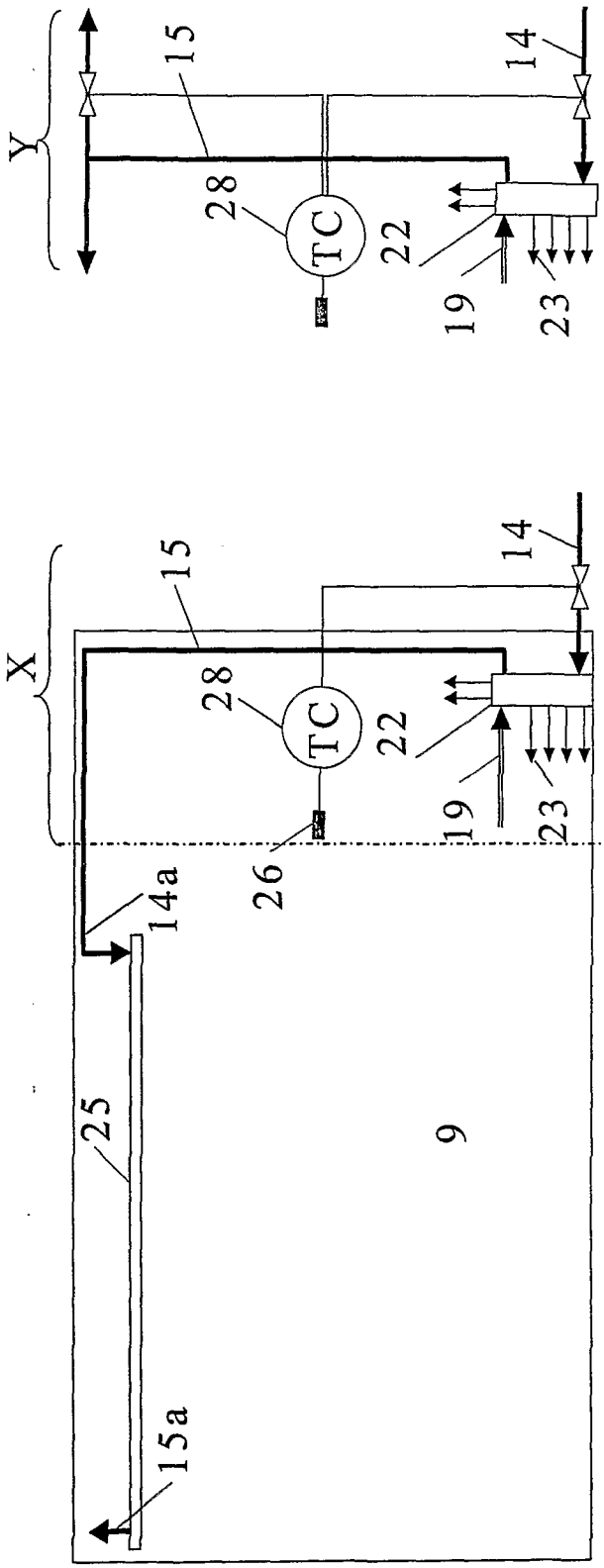

Y
X
15
14
28
TC
22
19
23
26
14a
25
9
15a

Fig. 12

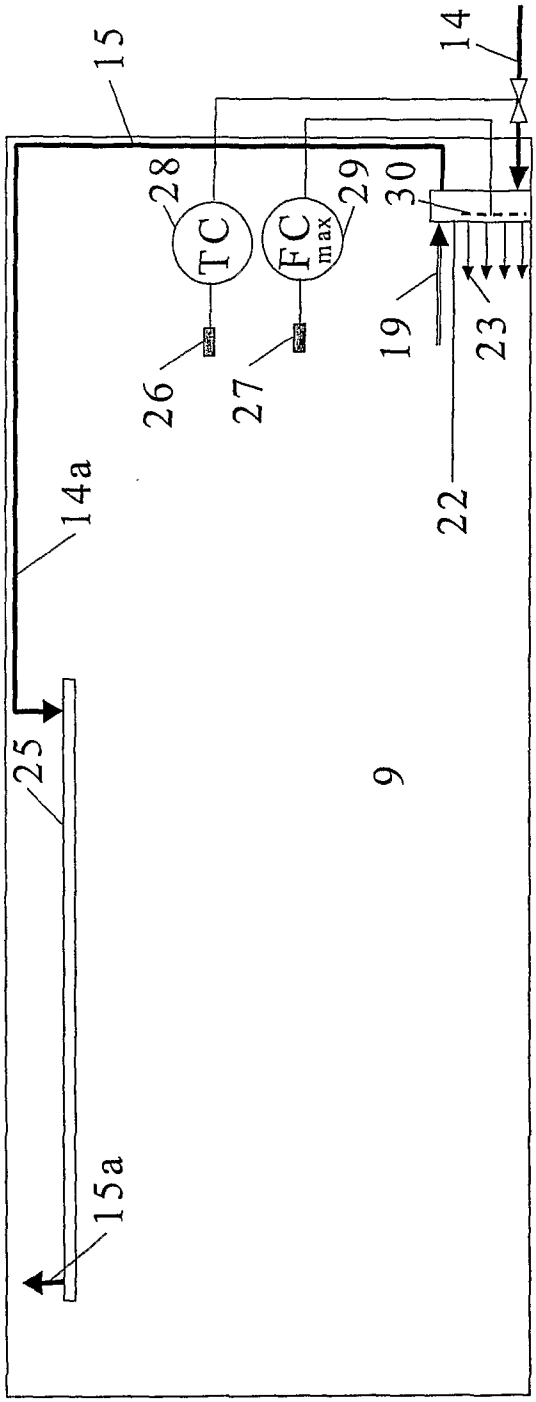

15
14
28
29
30
TC
FC max
26
27
19
23
22
14a
25
9
15a

Fig. 13

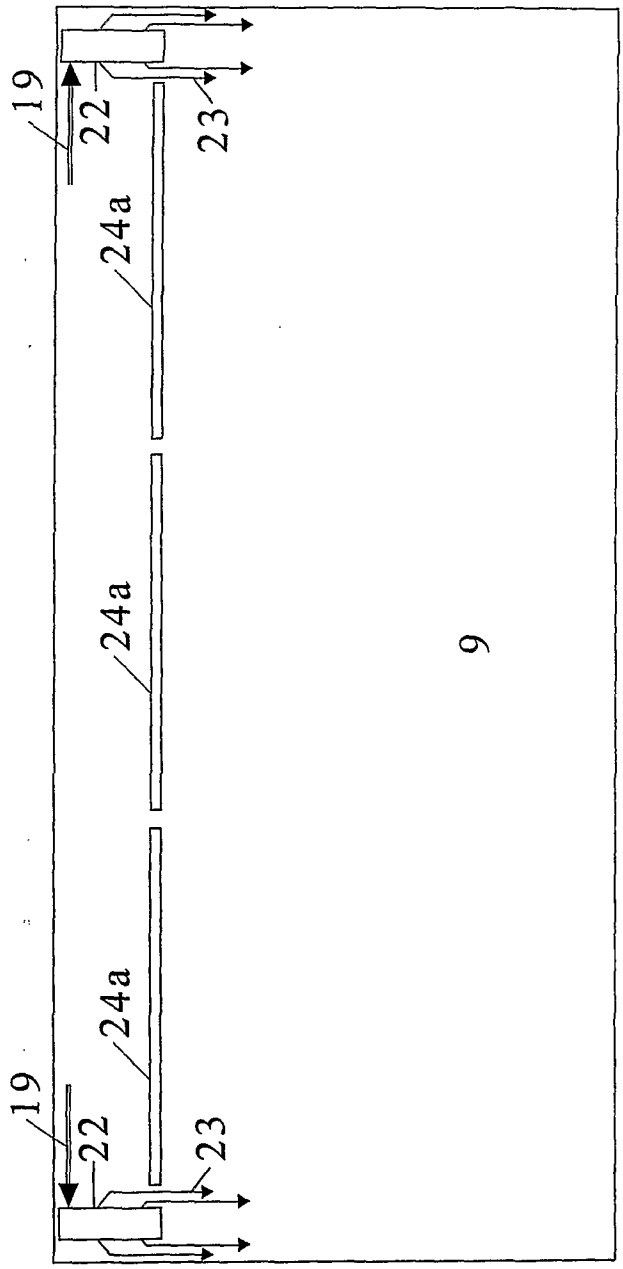

19
22
23
24a
24a
24a
9
19
22
23

Fig. 14

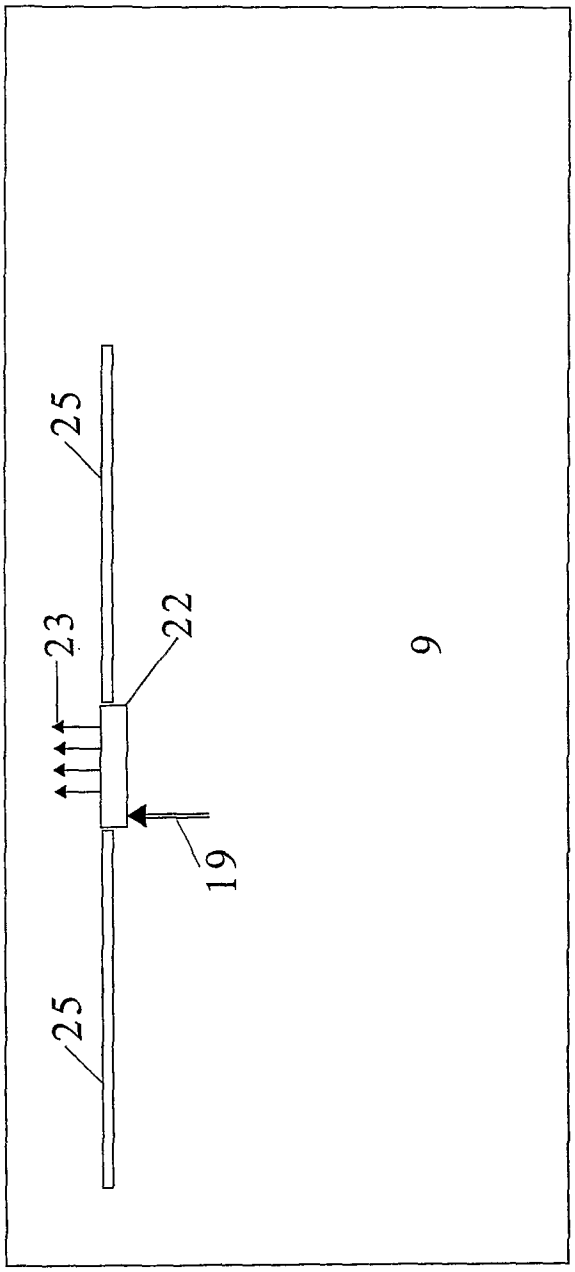


Fig. 15

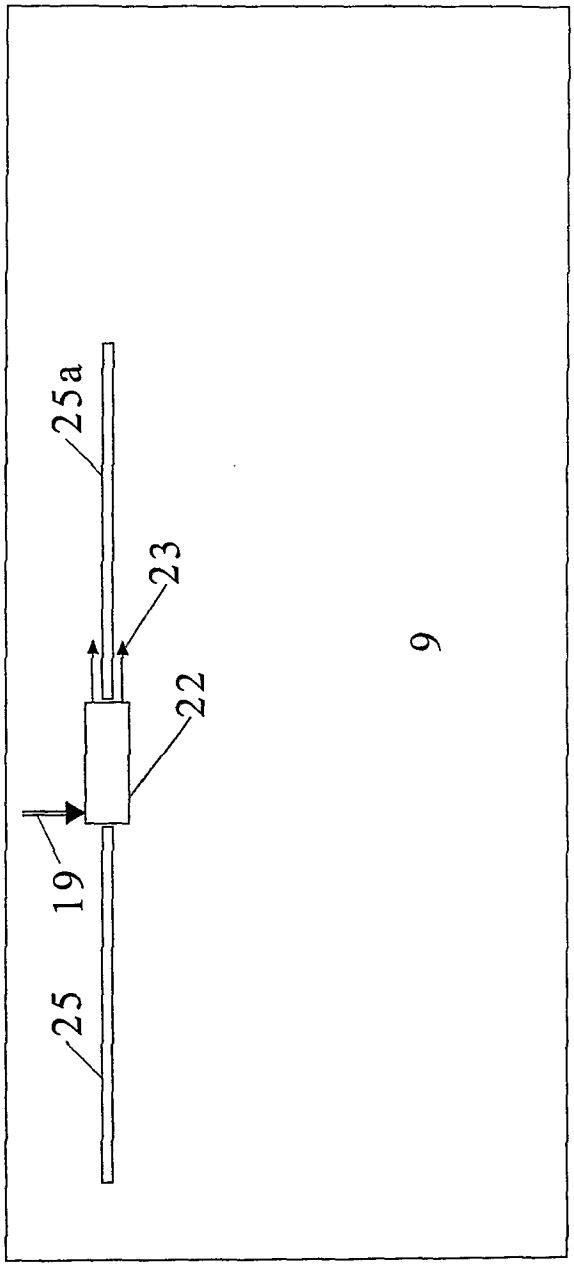


Fig. 16

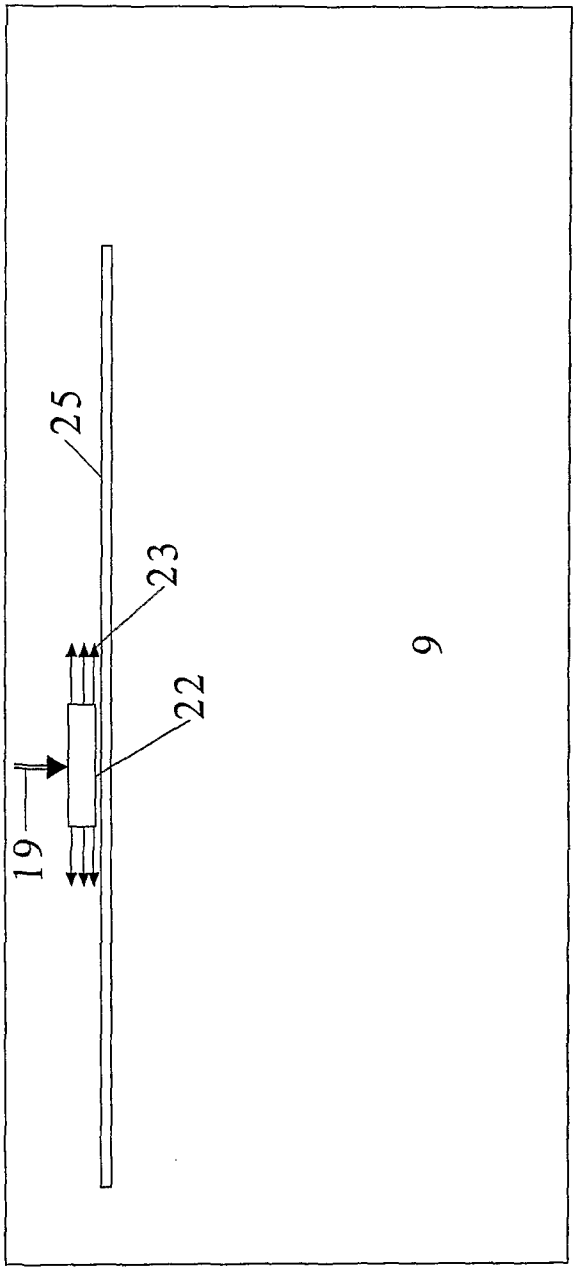


Fig. 17

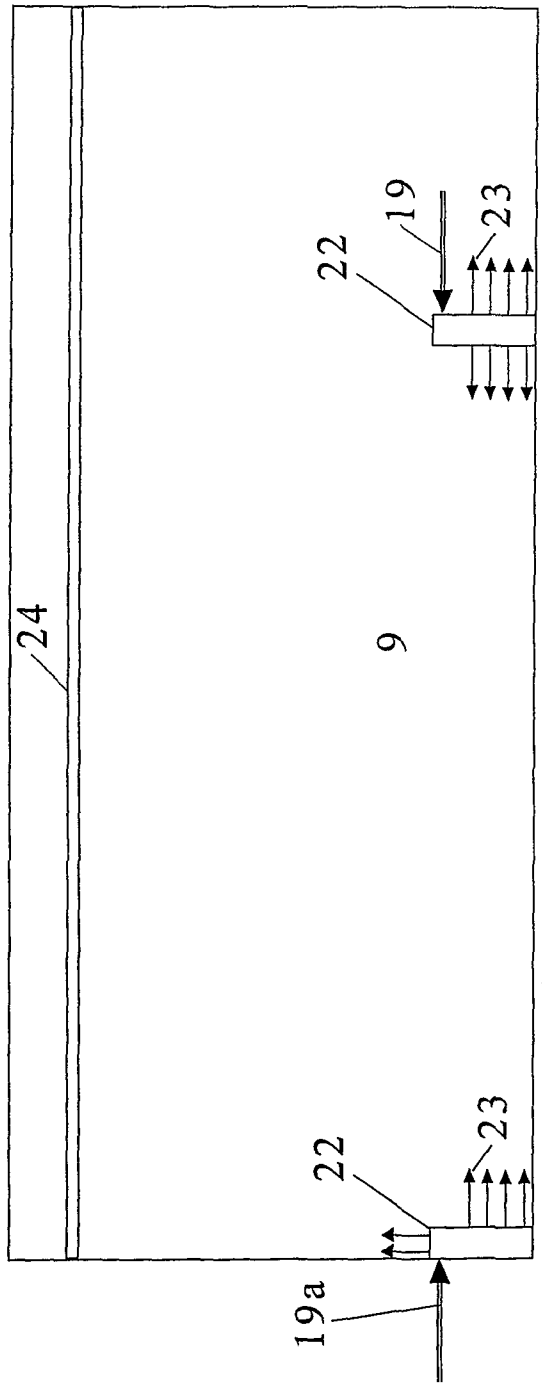


Fig. 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2005/008209

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F24F5/00 F28F21/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F24F F28F F28D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 382 916 A (CLINA HEIZ- UND KUEHLELEMENTE GMBH) 21 January 2004 (2004-01-21) cited in the application abstract	1,26
A	DE 198 31 918 A1 (CLINA HEIZ- UND KUEHLELEMENTE GMBH) 20 January 2000 (2000-01-20) cited in the application abstract	1,26
A	DE 44 34 386 A1 (BAUKE, ALBRECHT, 13053 BERLIN, DE; CHAHED, BECHIR, 10997 BERLIN, DE; S) 21 March 1996 (1996-03-21) abstract	1,26

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
27 March 2006	04/04/2006

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Valenza, D

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 98/05905 A (SANDLER ENERGIETECHNIK GMBH & CO. KG; SANDLER, MARTIN) 12 February 1998 (1998-02-12) abstract	1,26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2005/008209

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1382916 A	21-01-2004	NONE	
DE 19831918 A1	20-01-2000	NONE	
DE 4434386 A1	21-03-1996	NONE	
WO 9805905 A	12-02-1998	DE 19780808 D2	08-07-1999
		EP 0916061 A1	19-05-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/008209

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
F24F5/00 F28F21/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F24F F28F F28D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 382 916 A (CLINA HEIZ- UND KUEHLELEMENTE GMBH) 21. Januar 2004 (2004-01-21) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1,26
A	DE 198 31 918 A1 (CLINA HEIZ- UND KUEHLELEMENTE GMBH) 20. Januar 2000 (2000-01-20) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1,26
A	DE 44 34 386 A1 (BAUKE, ALBRECHT, 13053 BERLIN, DE; CHAHED, BECHIR, 10997 BERLIN, DE; S) 21. März 1996 (1996-03-21) Zusammenfassung	1,26

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, *aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist*
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der *Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden* Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf *erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet* werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung *kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet* werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
27. März 2006	04/04/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Valenza, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/008209

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 98/05905 A (SANDLER ENERGIETECHNIK GMBH & CO. KG; SANDLER, MARTIN) 12. Februar 1998 (1998-02-12) Zusammenfassung	1,26

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/008209

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1382916	A	21-01-2004	KEINE		
DE 19831918	A1	20-01-2000	KEINE		
DE 4434386	A1	21-03-1996	KEINE		
WO 9805905	A	12-02-1998	DE	19780808 D2	08-07-1999
			EP	0916061 A1	19-05-1999