



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 043 920 A1** 2010.05.27

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 043 920.7**

(22) Anmeldetag: **20.11.2008**

(43) Offenlegungstag: **27.05.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **D06F 58/20** (2006.01)

**D06F 58/02** (2006.01)

**D06F 58/24** (2006.01)

**F25B 39/02** (2006.01)

(71) Anmelder:

**BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH,  
81739 München, DE**

(72) Erfinder:

**Krausch, Uwe-Jens, 14656 Brieselang, DE; Stolze,  
Andreas, 14612 Falkensee, DE**

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

**DE 20 2006 014718 U1**

**WO 06/1 01 565 A1**

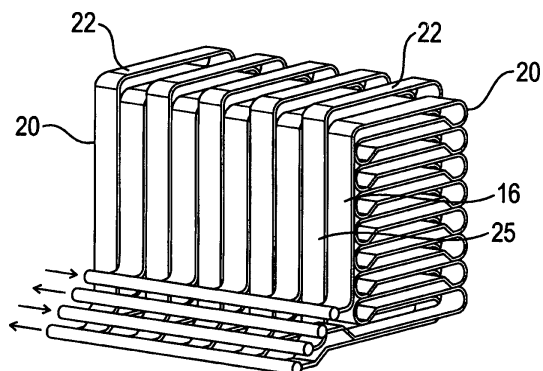
**US 2007/00 84 590 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Kondensationstrockner mit einer Wärmepumpe sowie Verfahren zu seinem Betrieb**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Kondensationstrockner 1 mit einer Trocknungskammer 3 für die zu trocknenden Gegenstände, einem Prozessluftkreis 2, einem Gebläse 19 im Prozessluftkreis 2, einer Wärmepumpe 13, 14, 15, 17, in der ein Kältemittel zirkuliert, mit einem Verdampfer 13, einem Kompressor 14, einer Drossel 17 und einem Verflüssiger 15, wobei der Verdampfer 13 und/oder der Verflüssiger 15 ein Wärmetauscher mit ebenen Oberflächen ist, der mindestens ein endlos gefaltetes, abgeflachtes Rohr 16 umfasst, das mehrere Reihe zueinander seitlich versetzter Mäanderstapel 20 bildet. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb dieses Kondensationstrockners 1.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Kondensationstrockner mit einer Wärmepumpe, die einen speziellen Verdampfer und/oder Verflüssiger umfasst, sowie ein bevorzugtes Verfahren zu seinem Betrieb.

**[0002]** In einem Kondensationstrockner wird Luft (sogenannte Prozessluft) durch ein Gebläse über eine Heizung in eine feuchte Wäschestücke enthaltende Trommel als Trocknungskammer geleitet. Die heiße Luft nimmt Feuchtigkeit aus den zu trocknenden Wäschestücken auf. Nach Durchgang durch die Trommel wird die dann feuchte Prozessluft in einen Wärmetauscher geleitet, dem in der Regel ein Flusenfilter vorgeschaltet ist.

**[0003]** Dieser Trocknungsvorgang ist energieintensiv, da die in dem Prozessluftstrom vorhandene Wärme bei der Kühlung der Prozessluft im Wärmetauscher mit dem erwärmten Kühlluftstrom dem Prozess energetisch verloren geht. Durch Einsatz einer Wärmepumpe lässt sich dieser Energieverlust deutlich reduzieren. Bei einem mit einer Wärmepumpe ausgestatteten Kondensationstrockner erfolgt die Kühlung der warmen, mit Feuchtigkeit beladenen Prozessluft im Wesentlichen im Verdampfer der Wärmepumpe, wo die übertragene Wärme zur Verdampfung eines in der Wärmepumpe zirkulierenden Kältemittels verwendet wird. Das aufgrund der Erwärmung verdampfte Kältemittel wird über einen Kompressor dem Verflüssiger der Wärmepumpe zugeführt, wo aufgrund der Kondensation des gasförmigen Kältemittels Wärme freigesetzt wird, die zum Aufheizen der Prozessluft vor Eintritt in die Trommel verwendet wird. Im Verdampfer kondensiert das in der feuchten Prozessluft enthaltene Wasser. Das kondensierte Wasser wird anschließend im Allgemeinen in einem geeigneten Behälter gesammelt und die abgekühlte und getrocknete Prozessluft erneut der Heizung und anschließend der Trommel zugeführt.

**[0004]** In der DE 40 23 000 C2 ist ein Wäschetrockner mit einer Wärmepumpe beschrieben, bei dem im Prozessluftkanal zwischen der Wärmequelle und der Wärmesenke eine Zuluftöffnung angeordnet ist, die mit einer steuerbaren Verschlusseinrichtung verschließbar ist.

**[0005]** Aus der WO 2008/107266 A1 und der WO 2008/119611 A1 geht jeweils ein Wäschetrockner mit einer Wärmepumpe hervor. Eine Wärmepumpe in einem Wäschetrockner ist in der Regel als kompakte Einheit ausgeführt und unterhalb der Trommel für die zu trocknenden Wäschestücke angeordnet. Eine elektrische Heizung für die Prozessluft ist nicht vorhanden.

**[0006]** Jede bislang in einem Kondensationstrockner eingesetzte Wärmepumpe weist Wärmetauscher

(Verdampfer, Verflüssiger) auf, die relativ groß sind und überdies zur Verschmutzung durch von der Prozessluft mitgeführte Flusen neigen, so dass ein Reinigungs- und Wartungsbedarf groß ist. Dieses Problem sowie Wege und Mittel zu seiner Erledigung sind in den Dokumenten WO 2008/107266 A1 und WO 2008/119611 A1 dargelegt. Das Problem ist bislang insbesondere deswegen ausgeprägt, weil die in den bisher verwendeten Wärmetauschern eingesetzten Rohre für einen effizienten Wärmetausch Lamellen aufweisen, also keine ebenen Oberflächen haben. Außerdem ist bei einer solchen Konstruktion der Luftwiderstand groß, so dass die Strömung der Prozessluft nicht optimal ist.

**[0007]** Aufgabe der Erfindung war daher die Bereitstellung eines Kondensationstrockners mit einer Wärmepumpe sowie eines Verfahrens zu seinem Betrieb, bei denen die obigen Probleme vermieden werden. Dies soll insbesondere unter Verwendung eines kompakten und wartungsarmen Wärmetauschers erreicht werden.

**[0008]** Die Lösung dieser Aufgabe wird nach dieser Erfindung erreicht durch einen Kondensationstrockner mit den Merkmalen des entsprechenden unabhängigen Patentanspruchs sowie das Verfahren des entsprechenden unabhängigen Patentanspruchs. Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Kondensationstrockners sind in entsprechenden abhängigen Patentansprüchen aufgeführt. Bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Kondensationstrockners entsprechen bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens, auch wenn dies hierin nicht explizit festgestellt ist.

**[0009]** Gegenstand der Erfindung ist somit ein Kondensationstrockner mit einer Trocknungskammer für die zu trocknenden Gegenstände, einem Prozessluftkreis, einem Gebläse im Prozessluftkreis, einer Wärmepumpe, in der ein Kältemittel zirkuliert, mit einem Verdampfer, einem Kompressor, einer Drossel und einem Verflüssiger, wobei der Verdampfer und/oder der Verflüssiger ein Wärmetauscher mit ebenen Oberflächen ist, der mindestens ein endlos gefaltetes, abgeflachtes Rohr umfasst, das mehrere Reihen zueinander seitlich versetzter Mäanderstapel bildet.

**[0010]** Im Folgenden wird der Begriff „endlos gefaltetes, abgeflachtes Rohr“ auch mit „abgeflachtes Rohr“ abgekürzt.

**[0011]** „Endlos gefaltet“ im Sinne der Erfindung bedeutet, dass zwischen einzelnen Abschnitten des abgeflachten Rohres keine Verbindungen, beispielsweise über Streben, bestehen.

**[0012]** „Mehrere Reihen zueinander seitlich versetzter Mäanderstapel“ bedeutet, das im Wärmetauscher

mindestens zwei Mäanderstapel vorhanden sind, die zueinander seitlich versetzt sind, wobei „seitlich versetzt“ vorzugsweise in Mäanderstapeln resultiert, die im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind. Vorzugsweise liegen 3 bis 30 Mäanderstapel und besonders bevorzugt 5 bis 20 Mäanderstapel vor.

**[0013]** „Ebene Oberfläche“ bedeutet, dass der Wärmetauscher keine Lamellen oder Rippen aufweist, durch welche sich das Rohr erstreckt und die der Vergrößerung der zum Wärmetausch verfügbaren Oberfläche des Wärmetauschers dienen. Erfindungsgemäß wird die für einen effektiven Wärmeaustausch notwendige Oberfläche dadurch erzielt, dass das im Wärmetauscher verwendete Rohr abgeflacht und vielfach gefaltet ist.

**[0014]** Die Länge des abgeflachten Rohres hängt bei ansonsten gleicher Breite  $b$  und Höhe  $h_T$  des abgeflachten Rohres im Allgemeinen von der gewünschten Wärmeaustauschkapazität des Verdampfers und/oder Verflüssigers ab. Da der Wärmeübergang im Falle feuchter Luft deutlicher besser ist, ist hierbei die Länge des abgeflachten Rohres bei einer Verwendung des Wärmetauschers als Verflüssiger vorzugsweise 1,5- bis 3-fach größer als bei einer Verwendung als Verdampfer. Wenn bei einer Ausführungsform der Erfindung das abgeflachte Rohr sowohl im Verdampfer als auch im Verflüssiger eingesetzt wird und sich die Höhen  $h_T$  und die Breiten  $b$  der im Verflüssiger und im Verdampfer jeweils eingesetzten abgeflachten Rohre unterscheiden, werden vorzugsweise die jeweiligen Rohrlängen im Verflüssiger und im Verdampfer so eingestellt, dass sich für das Verhältnis zwischen einer gesamten Rohroberfläche  $A_T^C$  im Verflüssiger und einer gesamten Rohroberfläche  $A_T^E$  im Verdampfer ein Wert von 1,5 bis 3 ergibt.

**[0015]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das abgeflachte Rohr mindestens zwei sich in einer Längsrichtung des Rohres erstreckende Hohlkammern auf. In den Hohlkammern befindet sich im Allgemeinen das Kältemittel der Wärmepumpe. Vorzugsweise weist das abgeflachte Rohr drei bis acht sich in einer Längsrichtung des Rohres erstreckende Hohlkammern auf.

**[0016]** „Abgeflachtes Rohr“ im Sinne der Erfindung umfasst jedes Rohr, bei dem eine Höhe  $h_T$  des Rohres geringer als eine Breite  $b$  des Rohres ist. Derartige Rohre lassen sich beispielsweise durch auf dem Fachmann an sich bekannte Weise durch Verformung eines Rohres mit einem ursprünglich kreisförmigen Querschnitt herstellen.

**[0017]** Vorzugsweise hat das abgeflachte Rohr ein Verhältnis  $b/h_T$  zwischen einer Breite  $b$  und einer Höhe  $h_T$  im Bereich von 4 bis 25, vorzugsweise im Bereich von 7 bis 20 und ganz besonders bevorzugt

im Bereich von 8 bis 15.

**[0018]** In einer bevorzugten Ausführungsform werden abgeflachte Rohre mit einer Höhe  $h_T$  im Bereich von 1 bis 5 mm, vorzugsweise 1,5 bis 3 mm, und einer Breite  $b$  im Bereich von 10 bis 50 mm, vorzugsweise 15 bis 30 mm verwendet.

**[0019]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfassen der Verdampfer und/oder der Verflüssiger mindestens zwei endlos gefaltete, abgeflachte Rohre, die jeweils mehrere Reihen zueinander seitlich versetzte Mäanderstapel bilden. Vorzugsweise sind hierbei die jeweils mehreren Reihen zueinander seitlich versetzter Mäanderstapel der mindestens zwei endlos gefalteten, abgeflachten Rohre ineinander geschoben.

**[0020]** Im erfindungsgemäß eingesetzten Wärmetauscher sind das erste und ggf. weitere abgeflachte Rohre im Allgemeinen an ihren Enden geeignet ausgestaltet, damit sie bei der Verwendung als Verdampfer und/oder Verflüssiger in eine Wärmepumpe eingebaut werden können.

**[0021]** Bei Verwendung von mindestens zwei endlos gefalteten, abgeflachten Rohren können diese parallel oder in Reihe geschaltet sein. Bei Schaltung in Reihe fließt ein in der Wärmepumpe eingesetztes Kältemittel zunächst durch ein erstes abgeflachtes Rohr und anschließend durch ein zweites und ggf. weitere abgeflachte Rohre. Bei einer parallelen Schaltung wird dagegen ein Kältemittelstrom in mehrere Teilströme aufgeteilt. Diese Teilströme werden dann gleichzeitig durch die mindestens zwei endlos gefalteten, abgeflachten Rohre geleitet.

**[0022]** Im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner ist es bevorzugt, dass die mindestens zwei endlos gefalteten, abgeflachten Rohre parallel geschaltet sind. Hierdurch können mögliche Druckverluste vorteilhaft verringert werden.

**[0023]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kondensationstrockners hat das mindestens eine endlos gefaltete, abgeflachte Rohr eine ebene Oberfläche.

**[0024]** Überdies ist es bevorzugt, wenn sich das endlos gefaltete, abgeflachte Rohr vollständig im Prozessluftkreis befindet. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das mindestens eine endlos gefaltete, abgeflachte Rohr eine glatte Oberfläche hat. Hier bedeutet „glatt“, dass die Oberfläche keinerlei wesentliche Struktur nach Art von Rippen, Noppen, Lamellen und dergleichen aufweist. Erfindungsgemäß ist es möglich, die gewünschten Eigenschaften hinsichtlich eines Wärmetauschs allein durch die Abflachung und vielfache Faltung des Rohrs zu erzielen, ohne dass zusätzliche Komponenten wie Rip-

pen, Lamellen und dergleichen verwendet werden müssen. Dadurch erhält der Wärmetauscher eine in besonderem Maße ebene Oberfläche die jedenfalls die Ablagerung von Schmutz wie Flusen nicht begünstigt und überdies sehr leicht gereinigt werden kann. Dazu kann sie gegebenenfalls auch mit einer Schmutz abweisenden Beschichtung versehen sein.

**[0025]** Das abgeflachte Rohr besteht vorzugsweise aus Kupfer oder Aluminium, besonders bevorzugt aus Aluminium.

**[0026]** In einer bevorzugten Ausführungsform weist das abgeflachte Rohr in mindestens einem Mäanderstapel gerade Abschnitte und gekrümmte Abschnitte auf, wobei die geraden Abschnitte zueinander parallel sind und ein Abstand  $d_A$  zwischen den geraden Abschnitten und eine Höhe  $h_T$  des abgeflachten Rohres ein Verhältnis  $d_A/h_T$  bilden, das vorzugsweise im Bereich von 1,5 bis 10 und besonders bevorzugt im Bereich von 2 bis 7 liegt.

**[0027]** Der Abstand  $d_A$  beträgt vorzugsweise 3 bis 10 mm und mehr bevorzugt 5 bis 8 mm; bei einer Höhe  $h_T$  im Bereich von 1 bis 5 mm, vorzugsweise im Bereich von 1,5 bis 3 mm, und einer Breite  $b$  im Bereich von 10 bis 50 mm, vorzugsweise im Bereich von 15 bis 30 mm.

**[0028]** Das im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner eingesetzte abgeflachte Rohr bildet aufgrund der endlosen Faltung und der Bildung von zueinander seitlich versetzten Mäanderstapeln vorzugsweise näherungsweise einen Quader mit einer Höhe  $h_S$ , einer Breite  $b_M$  und einer Tiefe  $d_M$ . Die Höhe  $h_S$  liegt vorzugsweise im Bereich von 80 bis 250 mm und mehr bevorzugt im Bereich von 100 bis 200 mm. Die Breite  $b_M$  liegt vorzugsweise im Bereich von 50 bis 200 mm und mehr bevorzugt im Bereich von 80 bis 150 mm. Die Tiefe  $d_M$  liegt vorzugsweise im Bereich von 120 bis 300 mm und mehr bevorzugt im Bereich von 150 bis 250 mm.

**[0029]** Der erfindungsgemäße Kondensationstrockner kann als Ablufttrockner oder als Umlufttrockner ausgestaltet sein.

**[0030]** Die Erwärmung der Prozessluft kann ausschließlich über den Verflüssiger der Wärmepumpe stattfinden. Es kann im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner allerdings zusätzlich eine elektrische Heizung verwendet werden. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Verflüssiger der Wärmepumpe die einzige Heizung für die Prozessluft. Hierbei ist der Verflüssiger vorzugsweise im Prozessluftkreis zwischen dem Gebläse und einem Ausgang der Trocknungskammer angeordnet.

**[0031]** Der erfindungsgemäße Kondensationstrockner weist vorzugsweise ein akustisches und/oder op-

tisches Anzeigemittel zur Anzeige von einem oder mehreren Betriebszuständen auf. Ein optisches Anzeigemittel kann beispielsweise ein Flüssigkristalldisplay sein, auf dem bestimmte Aufforderungen oder Hinweise angegeben sind. Es können zudem oder alternativ Leuchtdioden in einer oder mehreren Farben aufleuchten.

**[0032]** Der erfindungsgemäße Kondensationstrockner kann zur besseren Steuerung der Wärmeaustauschvorgänge im Kondensationstrockner zusätzlich einen Luft-Luft-Wärmetauscher umfassen, der vorzugsweise abnehmbar ausgeführt ist. Dies ist besonders vorteilhaft, da ein abnehmbarer Wärmetauscher leichter von Flusen gereinigt werden kann.

**[0033]** Das in der Wärmepumpe verwendete Kältemittel ist vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe, die Propan, Kohlendioxid und Fluorkohlenwasserstoffverbindungen sowie Gemische aus solchen, insbesondere die Fluorkohlenwasserstoffverbindungen R134a und R152a und die Gemische R407C und R410A, umfasst.

**[0034]** Die Ausgestaltung der Hohlkammern wird im Allgemeinen vom ausgewählten Kältemittel abhängen. Insbesondere werden die Größe der Hohlkammern und der Abstand der Hohlkammern von der Rohroberfläche wie auch der Abstand zwischen den Hohlkammern untereinander vom Kältemittel abhängen. Bei Kältemitteln mit einem relativ geringen Dampfdruck sind kleine Abstände bzw. dünne Wände möglich, so dass der Anteil des Querschnitts der Hohlkammern bezogen auf den gesamten Querschnitt des abgeflachten Rohres groß sein kann.

**[0035]** Die Wärmepumpe im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner weist neben Verdampfer, Verflüssiger und Kompressor in Fließrichtung des Kältemittels zwischen dem Verflüssiger und dem Verdampfer eine Drossel, insbesondere ein Expansionsventil, eine Blende oder eine Kapillare, auf.

**[0036]** Das in der Wärmepumpe eingesetzte Kältemittel zirkuliert vorzugsweise mit einer turbulenten Strömung. Eine turbulente Strömung kann durch eine geeignete konstruktive Ausgestaltung eines Strömungskanal und/oder durch geeignete Antriebsmittel (z. B. Kompressor) eingestellt werden.

**[0037]** Die Temperatur des Kältemittels der Wärmepumpe, insbesondere im Verflüssiger, wird im Allgemeinen über die Steuerung der Wärmepumpe und ggf. einen zusätzlichen Luft-Luft-Wärmetauscher im zulässigen Bereich gehalten. Wenn sich beim Kondensationstrockner im Prozessluftkreis eine zusätzliche Heizung befindet, wird vorzugsweise die Steuerung der Wärmepumpe in Abstimmung mit der Steuerung der Heizung durchgeführt.

**[0038]** Erfindungsgemäß ist es bevorzugt, wenn Prozessluft und Kühlluft bzw. Prozessluft und Kältemittel in der Wärmepumpe jeweils in einem Kreuz- bzw. Gegenstromverfahren durch die entsprechenden Wärmetauscher geführt werden.

**[0039]** Wenn im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner neben der Wärmepumpe eine weitere Heizung eingesetzt wird, ist diese vorzugsweise eine Zweistufen-Heizung. Da mit fortschreitendem Trocknungsgrad der im Kondensationstrockner zu trocknenden Gegenstände die notwendige Energie für das Trocknen abnimmt, ist es zweckmäßig, die Heizung entsprechend zu regeln, d. h. mit fortschreitendem Trocknungsgrad deren Heizleistung zu vermindern, um ein Gleichgewicht zwischen der zugeführten und der notwendigen Trocknungsenergie aufrecht zu erhalten.

**[0040]** Mit zunehmendem Trocknungsgrad der zu trocknenden Gegenstände, insbesondere Wäsche, wird somit eine geringere Heizleistung oder sogar eine zunehmende Kühlleistung der Wärmepumpe erforderlich. Insbesondere würde nach einer abgeschlossenen Trocknungsphase die Temperatur im Prozessluftkreis stark ansteigen. Im Allgemeinen wird daher die Wärmepumpe und ggf. eine zusätzliche Heizung im Kondensationstrockner so geregelt, dass in der Trocknungskammer eine maximal zulässige Temperatur nicht überschritten wird.

**[0041]** Zur Überwachung der Temperatur von Kältemittel bzw. Wärmepumpe sowie ggf. der Temperatur der Prozessluft werden im Allgemeinen dem Fachmann an sich bekannte Temperaturfühler in der Wärmepumpe und/oder im Prozessluftkreis eingesetzt.

**[0042]** Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Betrieb eines Kondensationstrockners mit einer Trocknungskammer für die zu trocknenden Gegenstände, einem Prozessluftkreis, einem Gebläse im Prozessluftkreis, einer Wärmepumpe, in der ein Kältemittel zirkuliert, mit einem Verdampfer, einem Kompressor, einer Drossel und einem Verflüssiger, wobei der Verdampfer und/oder der Verflüssiger ein Wärmetauscher mit ebenen Oberflächen ist, der mindestens ein endlos gefaltetes, abgeflachtes Rohr umfasst, das mehrere Reihen seitlich versetzter Mäanderstapel bildet, wobei ein Kältemittel durch das abgeflachte Rohr geleitet wird und einen Wärmeaustausch mit einer Prozessluft bewirkt.

**[0043]** Die Erfindung hat den Vorteil, dass im Kondensationstrockner kompakte und wartungsfreundliche Wärmetauscher als Verdampfer und/oder Verflüssiger eingesetzt werden können, die zudem kostengünstig hergestellt werden können. Im erfindungsgemäßen Kondensationstrockner ist zudem die Strömung der Prozessluft durch den oder die Wärmetauscher der Wärmepumpe verbessert. Der im erfin-

dungsgemäßen Kondensationstrockner eingesetzte Wärmetauscher weist einen geringen Strömungswiderstand auf. Anders als bei einem herkömmlichen Kondensationstrockner weist der erfindungsgemäße Kondensationstrockner einen Wärmetauscher auf, der auch im gekrümmten Bereich ohne Leistungsverlust von Prozessluft umströmt werden kann. Hieraus folgt ein Kondensationstrockner mit einer verbesserten Wärmetauscheffizienz.

**[0044]** Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen für den erfindungsgemäßen Kondensationstrockner und ein diesen Kondensationstrockner einsetzendes Verfahren. Dabei wird Bezug genommen auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#).

**[0045]** [Fig. 1](#) zeigt einen vertikalen Schnitt durch einen Kondensationstrockner, der mit einer Wärmepumpe ausgestattet ist.

**[0046]** [Fig. 2](#) zeigt eine erste Ausführungsform eines im Kondensationstrockner eingesetzten Wärmetauschers mit einem einzigen endlos gefalteten, abgeflachten Rohr. [Fig. 2a](#)) stellt eine perspektivische Ansicht dar und [Fig. 2b](#)) eine Seitenansicht.

**[0047]** [Fig. 3](#) zeigt eine zweite Ausführungsform eines im Kondensationstrockner eingesetzten Wärmetauschers mit zwei endlos gefalteten, abgeflachten Rohren. [Fig. 3a](#)) stellt eine perspektivische Ansicht dar und [Fig. 3b](#)) eine Seitenansicht.

**[0048]** [Fig. 4](#) zeigt einen Querschnitt durch ein abgeflachtes Rohr, das in einer Ausführungsform des Kondensationstrockners verwendet wird.

**[0049]** [Fig. 1](#) zeigt einen vertikalen Schnitt durch einen Kondensationstrockner **1** (im Folgenden mit „Trockner“ **1** abgekürzt), der mit einer Wärmepumpe ausgestattet ist. Der Trockner **1** weist eine um eine horizontale Achse drehbare Trommel **3** als Trocknungskammer **3** auf, innerhalb welcher Mitnehmer **4** zur Bewegung von Wäsche während einer Trommelrotation befestigt sind. Prozessluft wird mittels eines Gebläses **19** durch eine Trommel **3** sowie eine Wärmepumpe **13**, **14**, **15**, **17** in einem Luftkanal **2** im geschlossenen Kreis geführt (Prozessluftkreis **2**). Nach Durchgang durch die Trommel **3** wird die feuchte, warme Prozessluft abgekühlt und nach Kondensation der in der Prozessluft enthaltenen Feuchtigkeit wieder erwärmt. Dabei wird erwärmte Luft von hinten, d. h. von der einer Tür **5** gegenüberliegenden Seite der Trommel **3**, durch deren gelochten Boden in die Trommel **3** geleitet, kommt dort mit der zu trocknenden Wäsche in Berührung und strömt durch die Befüllöffnung der Trommel **3** zu einem Flusensieb **6** innerhalb einer die Befüllöffnung verschließenden Tür **5**. Anschließend wird der Luftstrom in der Tür **5** nach

unten umgelenkt und im Luftkanal **2** über einen Ausgang **26** zum Verdampfer **13** der Wärmepumpe **13**, **14**, **15**, **17** geführt, wo sie abgekühlt wird. Das dabei im Verdampfer **13** verdampfte Kältemittel der Wärmepumpe wird über einen Kompressor **14** zum Verflüssiger **15** geleitet. Im Verflüssiger **15** verflüssigt sich das Kältemittel unter Wärmeabgabe an die Prozessluft. Das nun in flüssiger Form vorliegende Kältemittel wird anschließend über eine Drossel **17** wiederum zum Verdampfer **13** geleitet, wodurch der Kältemittelkreis geschlossen ist. Unterhalb des Verdampfers **13** befindet sich eine Kondensatwanne **23**, in der das bei der Abkühlung der feuchtwarmen Prozessluft anfallende Kondensat aufgefangen wird. Das Kondensat kann beispielsweise durch mechanisches Entleeren oder durch Abpumpen aus der Kondensatwanne **23** entsorgt werden.

**[0050]** Sowohl Verdampfer **13** als auch Verflüssiger **15** weisen ein in [Fig. 1](#) nicht näher gezeigtes endlos gefaltetes, glattes, abgeflachtes Rohr auf.

**[0051]** Die Trommel **3** wird in der in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform am hinteren Boden mittels eines Drehlagers und vorne mittels eines Lagerschildes **7** gelagert, wobei die Trommel **3** mit einer Krempe auf einem Gleitstreifen **8** am Lagerschild **7** aufliegt und so am vorderen Ende gehalten wird. Die Steuerung des Kondensationstrockners **1** erfolgt über eine Steuerung **10**, die vom Benutzer über eine Bedieneinheit **9** geregelt werden kann. Mittels einer Anzeigevorrichtung **18** können verschiedene Zustände des Kondensationstrockners **1** optisch oder akustisch dargestellt werden.

**[0052]** Der in [Fig. 1](#) gezeigte Trockner **1** weist eine elektrische Zusatzheizung **27** auf.

**[0053]** [Fig. 2](#) zeigt eine erste Ausführungsform eines im Kondensationstrockner **1** eingesetzten Wärmetauschers mit ebenen Oberflächen und mit einem einzigen endlos gefalteten, abgeflachten Rohr **16**, das elf seitlich versetzte Mäanderstapel **20** bildet. [Fig. 2a](#)) stellt eine perspektivische Ansicht dar und [Fig. 2b](#)) eine Seitenansicht. **10** bedeutet einen geradlinigen Abschnitt des abgeflachten Rohres **16** und **11** einen gekrümmten Abschnitt des abgeflachten Rohres **16**.  $d_M$  ist die Tiefe,  $h_S$  ist die Höhe und  $b_M$  die Breite des Wärmetauschers.  $d_A$  ist ein Abstand zwischen zwei geradlinigen Abschnitten **10**. **28** bedeuten Anschlüsse für die Zuleitung und Ableitung eines Kältemittels.

**[0054]** [Fig. 3](#) zeigt eine zweite Ausführungsform eines im Kondensationstrockner **1** eingesetzten Wärmetauschers mit ebenen Oberflächen und mit zwei endlos gefalteten, abgeflachten Rohren **16** und **25**. Abgeflachtes Rohr **16** bildet fünf Mäanderstapel **20** und abgeflachtes Rohr **25** bildet fünf Mäanderstapel **22**. [Fig. 3a](#)) stellt eine perspektivische Ansicht dar

und [Fig. 3b](#)) eine Seitenansicht. **10** bedeutet einen geradlinigen Abschnitt der abgeflachten Rohre **16** und **25** und **11** einen gekrümmten Abschnitt der abgeflachten Rohre **16** und **25**.  $d_A$  ist ein Abstand zwischen zwei geradlinigen Abschnitten **10**. **28** bedeuten Anschlüsse für die Zuleitung und Ableitung eines Kältemittels. Die offenen Pfeile zeigen die Strömungsrichtung des in den abgeflachten Rohren **16** und **25** fließenden Kältemittels.

**[0055]** [Fig. 4](#) zeigt einen Querschnitt durch ein abgeflachtes Rohr **16** dar, das in einer Ausführungsform des Kondensationstrockners **1** verwendet wird. Bei der hier gezeigten Ausführungsform erstrecken sich fünf Hohlkammern **21** in einer Längsrichtung des abgeflachten Rohres **16**. Das abgeflachte Rohr **16** hat eine Höhe  $h_T$  und eine Breite  $b$ .

**[0056]** Beim Betrieb dieses Kondensationstrockners **1**, in dem der Verdampfer **13** und/oder der Verflüssiger **15** ein Wärmetauscher **13**, **15** mit ebenen Oberflächen ist, der mindestens ein endlos gefaltetes, abgeflachtes Rohr **16** umfasst, das mehrere Reihen zueinander seitlich versetzter Mäanderstapel **20** bildet, wird das Kältemittel durch das abgeflachte Rohr **16** geleitet und ein Wärmeaustausch mit der Prozessluft bewirkt.

**[0057]** Somit kommen im Kondensationstrockner **1** kompakte und wartungsfreundliche Wärmetauscher **13**, **15** mit ebenen Oberflächen zum Einsatz, die zudem kostengünstig hergestellt werden können. Zudem ist die Strömung der Prozessluft durch den oder die Wärmetauscher **13**, **15** der Wärmepumpe **13**, **14**, **15**, **17** verbessert, denn ein solcher Wärmetauscher **13**, **15** weist einen geringen Strömungswiderstand auf. Auch im gekrümmten Bereich des abgeflachten Rohres **16** kann der Wärmetauscher **13**, **15** ohne Leistungsverlust von Prozessluft umströmt werden. Hieraus folgt ein Kondensationstrockner **1** mit einer verbesserten Wärmetauscheffizienz.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 4023000 C2 [[0004](#)]
- WO 2008/107266 A1 [[0005](#), [0006](#)]
- WO 2008/119611 A1 [[0005](#), [0006](#)]

### Patentansprüche

1. Kondensationstrockner (1) mit einer Trocknungskammer (3) für die zu trocknenden Gegenstände, einem Prozessluftkreis (2), einem Gebläse (19) im Prozessluftkreis (2), einer Wärmepumpe (13, 14, 15, 17), in der ein Kältemittel zirkuliert, mit einem Verdampfer (13), einem Kompressor (14), einer Drossel (17) und einem Verflüssiger (15), **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verdampfer (13) und/oder der Verflüssiger (15) ein Wärmetauscher (13, 15) mit ebenen Oberflächen ist, der mindestens ein endlos gefaltetes, abgeflachtes Rohr (16) umfasst, das mehrere Reihen zueinander seitlich versetzter Mäanderstapel (20) bildet.

2. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das abgeflachte Rohr (16) mindestens zwei sich in einer Längsrichtung des Rohres (16) erstreckende Hohlkammern (21) aufweist.

3. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das abgeflachte Rohr (16) drei bis acht sich in einer Längsrichtung des Rohres (16) erstreckende Hohlkammern (21) aufweist.

4. Kondensationstrockner (1) nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das abgeflachte Rohr (16) ein Verhältnis  $b/h_T$  zwischen einer Breite  $b$  und einer Höhe  $h_T$  im Bereich von 4 bis 25 hat.

5. Kondensationstrockner (1) nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdampfer (13) und/oder Verflüssiger (15) mindestens zwei endlos gefaltete, abgeflachte Rohre (16, 25) umfasst, die jeweils mehrere Reihen zueinander seitlich versetzter Mäanderstapel (20, 22) bilden.

6. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweils mehreren Reihen zueinander seitlich versetzter Mäanderstapel (20, 22) der mindestens zwei endlos gefalteten, abgeflachten Rohre (16, 25) ineinander geschoben sind.

7. Kondensationstrockner (1) nach einem der Ansprüche 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei endlos gefalteten, abgeflachten Rohre (16, 25) parallel oder in Reihe geschaltet sind.

8. Kondensationstrockner (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei endlos gefalteten abgeflachten Rohre (16, 25) parallel geschaltet sind.

9. Kondensationstrockner (1) nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das

mindestens eine endlos gefaltete, abgeflachte Rohr (16) eine glatte Oberfläche hat.

10. Kondensationstrockner (1) nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich das endlos gefaltete, abgeflachte Rohr (16) vollständig im Prozessluftkreis (2) befindet.

11. Kondensationstrockner (1) nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das abgeflachte Rohr (16) aus Kupfer oder Aluminium besteht.

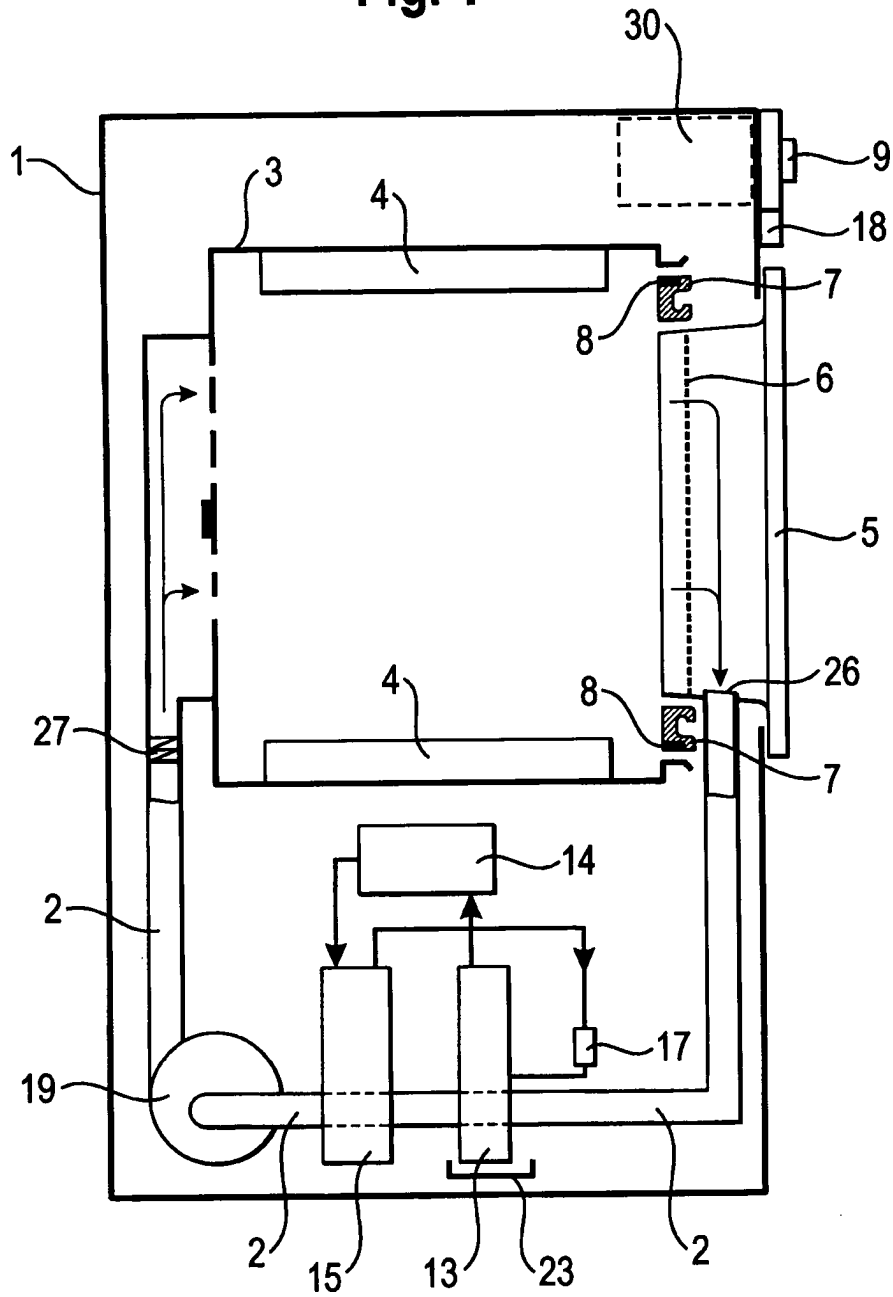
12. Kondensationstrockner (1) nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das abgeflachte Rohr (16) in mindestens einem Mäanderstapel (20, 22) gerade Abschnitte (10) und gekrümmte Abschnitte (11) aufweist, wobei die geraden Abschnitte (10) zueinander parallel sind und ein Abstand  $d_A$  zwischen den geraden Abschnitten (10) und eine Höhe  $h_T$  von Rohr (16) ein Verhältnis  $d_A/h_T$  bilden, das im Bereich von 1,5 bis 10 liegt.

13. Verfahren zum Betrieb eines Kondensationstrockners (1) mit einer Trocknungskammer (3) für die zu trocknenden Gegenstände, einem Prozessluftkreis (2), einem Gebläse (19) im Prozessluftkreis (2), einer Wärmepumpe (13, 14, 15, 17), in der ein Kältemittel zirkuliert, mit einem Verdampfer (13), einem Kompressor (14), einer Drossel (17) und einem Verflüssiger (15), wobei der Verdampfer (13) und/oder der Verflüssiger (15) ein Wärmetauscher (13, 15) mit ebenen Oberflächen ist, der mindestens ein endlos gefaltetes, abgeflachtes Rohr (16) umfasst, das mehrere Reihen zueinander seitlich versetzter Mäanderstapel (20) bildet, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kältemittel durch das abgeflachte Rohr (16) geleitet wird und einen Wärmeaustausch mit einer Prozessluft bewirkt.

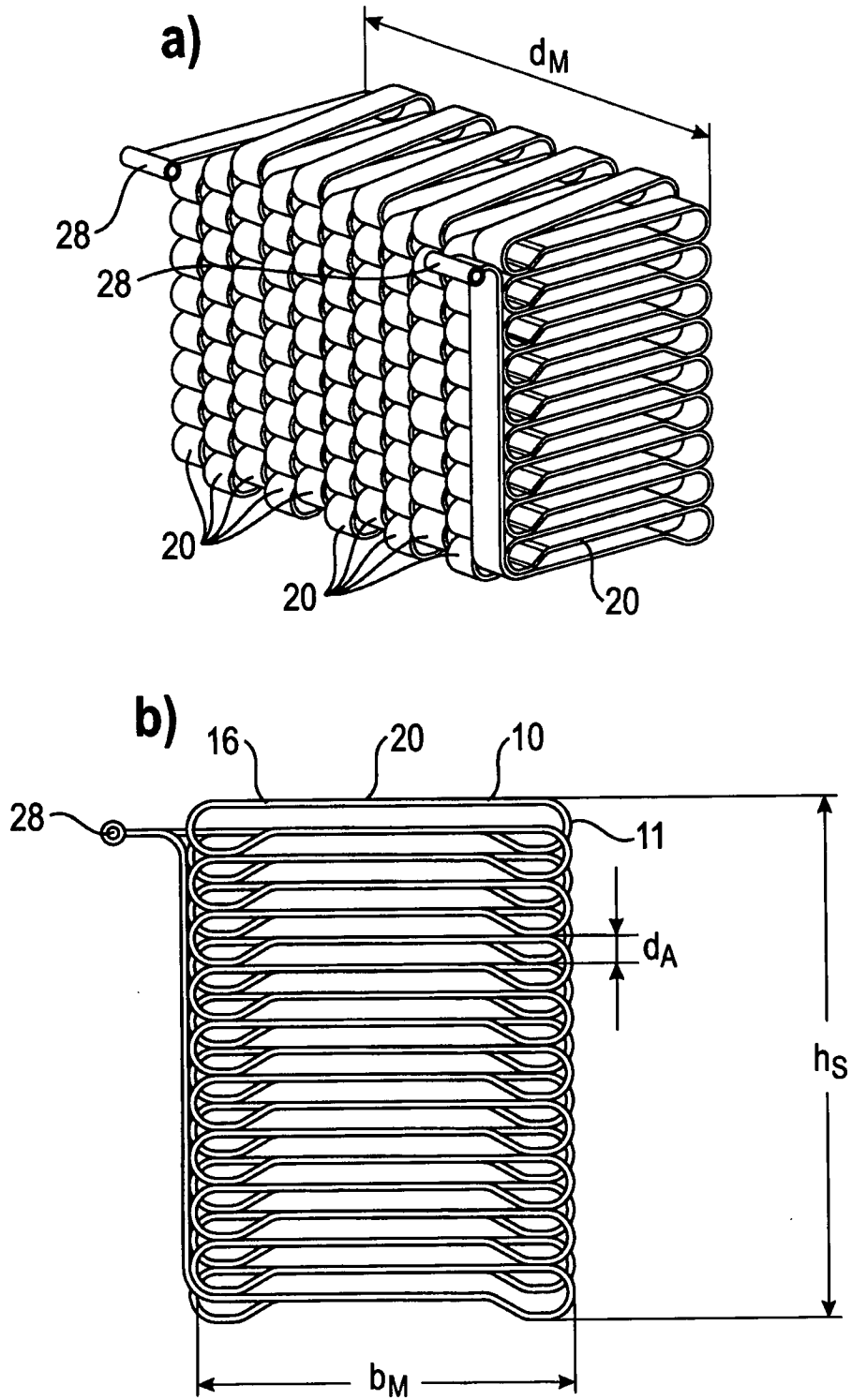
Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



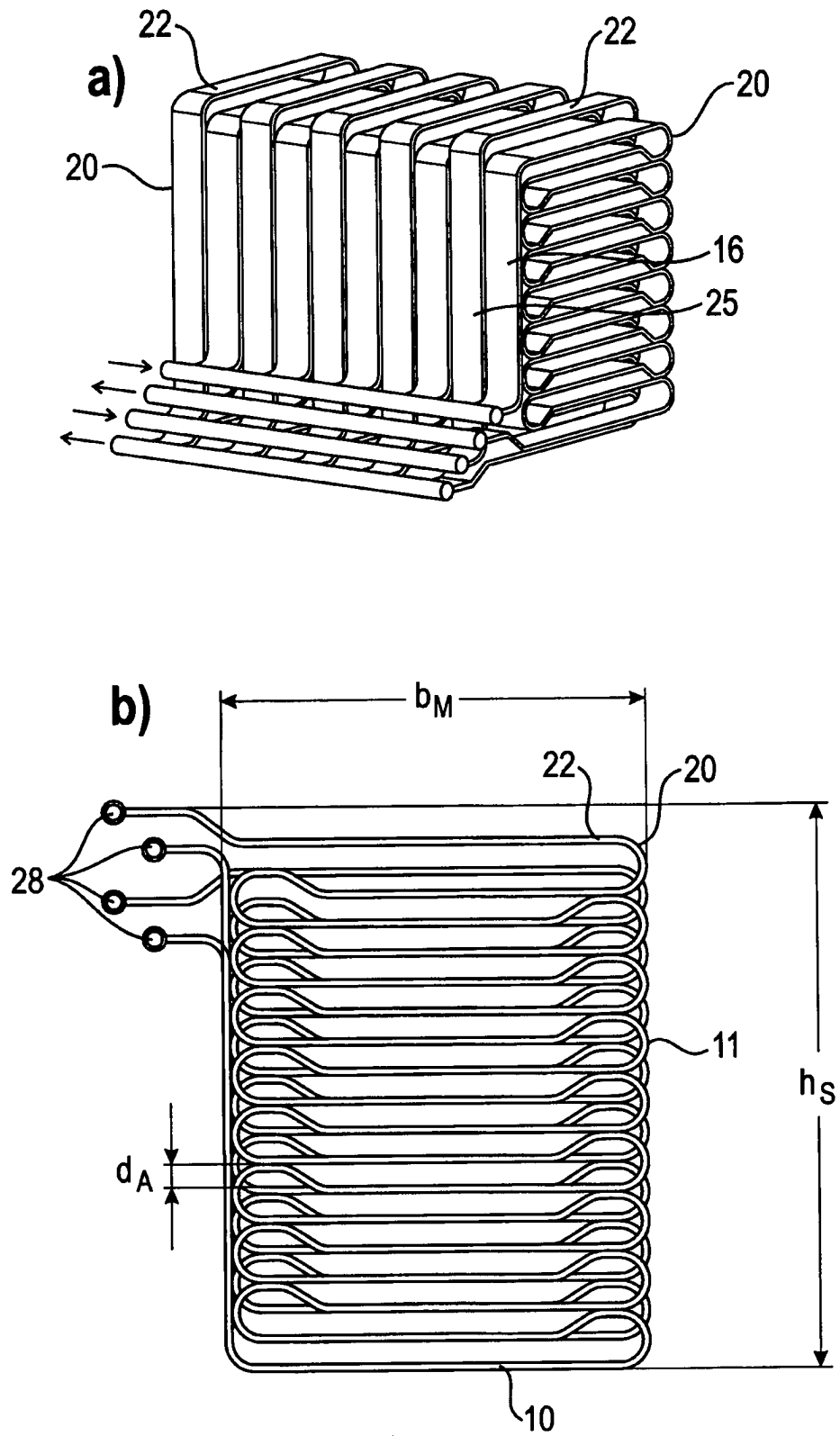
Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**

