



(11)

EP 4 235 074 A1

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**30.08.2023 Patentblatt 2023/35**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F28D 7/16 (2006.01)**      **F28D 7/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **23153533.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F28D 7/1653; F28D 7/0075; F28D 7/0091;**  
**F28D 7/1684**

(22) Anmeldetag: **26.01.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL  
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

**BA**

Benannte Validierungsstaaten:

**KH MA MD TN**(30) Priorität: **08.02.2022 DE 102022201290**

(71) Anmelder:

- **thyssenkrupp Marine Systems GmbH**  
**24143 Kiel (DE)**
- **thyssenkrupp AG**  
**45143 Essen (DE)**

(72) Erfinder:

- **Jessen, Marius**  
**24256 Fargau-Pratjau (DE)**
- **Kullmann, Tim**  
**22767 Hamburg (DE)**
- **Kranz, Jannis**  
**24235 Laboe (DE)**
- **Clausen, Per Nicolai**  
**24222 Schwentinental (DE)**
- **Ruser, Dennis**  
**24211 Preetz (DE)**

(74) Vertreter: **thyssenkrupp Intellectual Property GmbH**  
**ThyssenKrupp Allee 1**  
**45143 Essen (DE)**

**(54) WÄRMETAUSCHER**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, wobei der Wärmetauscher eine rechteckige Grundform aufweist, wobei der Wärmetauscher eine erste Seite 10 und eine zweite Seite 20 der rechteckigen Grundform aufweist, wobei die erste Seite 10 und die zweite Seite 20 gegenüberliegend sind, wobei zwischen der ersten Seite 10 und der zweiten Seite 20 Rohre 70 angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre 70 einen elliptischen Querschnitt aufweisen.

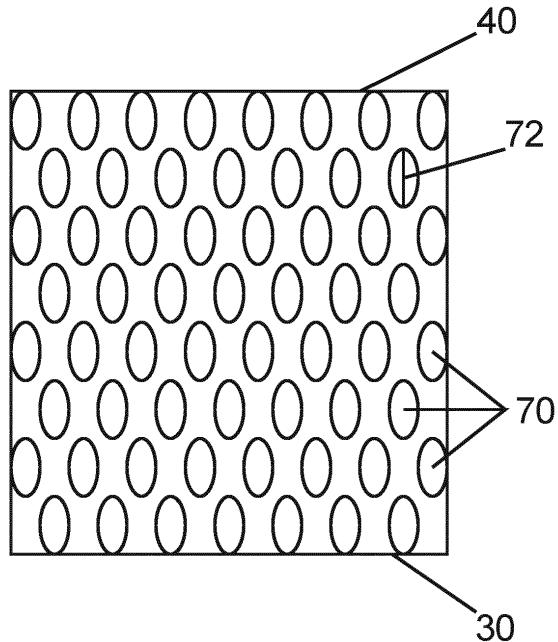


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere einen Wärmetauscher, welcher modular für einen Entfeuchter verwendbar ist.

**[0002]** In nicht nuklear-betriebenen Unterseebooten werden derzeit zunehmend Brennstoffzellenvorrichtungen eingesetzt, um die Einsatzfähigkeit im getauchten Zustand zu steigern. Eine wichtige Form ist hierbei die Rezirkulationsbrennstoffzelle. Hierbei muss das im Rezirkulationskreis strömende Gas jedoch entfeuchtet werden. Hierzu wird das Gas in einem ersten Wärmetauscher abgekühlt und so Wasser auskondensiert. In einem zweiten Wärmetauscher wird das Gas wieder erwärmt, damit es mit möglichst der Betriebstemperatur der Brennstoffzelle in diese einströmt, wodurch Alterung insbesondere der Membran minimiert wird.

**[0003]** Hieraus ergeben sich einige Anforderungen an die unter diesen Bedingungen eingesetzten Wärmetauscher. Neben einer kompakten Bauweise ist auch eine hohe Effizienz bei möglichst geringem Strömungswiderstand notwendig. Weiter ist ein gewisses Maß an Modularität vorteilhaft.

**[0004]** Aus der DE 10 2020 210 532 B3 ist ein Entfeuchter für einen Rezirkulationskreislauf einer Brennstoffzellenvorrichtung bekannt.

**[0005]** Aus der DE 10 2020 210 310 A1 ist ein Plattenwärmetauscher bekannt.

**[0006]** Aus der JP H10-30893 A ist ein Wärmetauscher bekannt.

**[0007]** Aus der US 2010/0285727 A1 ist ein Querstromwärmetauscher bekannt.

**[0008]** Aus der WO 2009/003817 A2 ist ein Wärmetauscher bekannt.

**[0009]** Aufgabe der Erfindung ist es, einen Wärmetauscher bereitzustellen, der insbesondere in einem Entfeuchter eines Rezirkulationskreislaufes einer Rezirkulationsbrennstoffzelle an Bord eines Unterseebootes einsetzbar ist.

**[0010]** Gelöst wird diese Aufgabe durch den Wärmetauscher mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den Zeichnungen.

**[0011]** Der erfindungsgemäße Wärmetauscher weist eine rechteckige Grundform auf. Beispielsweise kann der Wärmetauscher quaderförmig, insbesondere würzelförmig, sein. Die Grundform bezieht sich hierbei auf den durchströmten Innenbereich. An der Außenseite können insbesondere für die Montage weiterer Komponenten notwendige Ausbildungen angeordnet sein. Ebenso kann der Innenbereich an die rechteckige Grundform angesetzte Ein- und/oder Auslassbereiche aufweisen. Der Wärmetauscher weist eine erste Seite und eine zweite Seite der rechteckigen Grundform auf, wobei die erste Seite und die zweite Seite gegenüberliegend sind. Damit sind die erste Seite und die zweite Seite parallel zueinander. Zwischen der ersten Seite und der zweiten Seite

sind Rohre angeordnet. Ein solcher Wärmetauscher wird auch als Rohrbündelwärmetauscher bezeichnet.

**[0012]** Erfindungsgemäß weisen die Rohre einen elliptischen Querschnitt auf. Bei einer Ellipse ist die Summe der Abstände eines Ellipsenpunktes, also eines Punktes auf der Fläche (hier des Rohres) von zwei vorgegebenen Punkten, den Brennpunkten, für alle Punkte gleich ist. Die Ellipse stellt somit eine Sonderform des Ovals dar. Durch die elliptische Form wird der Strömungswiderstand für ein durch den Wärmetauscher strömendes Gas optimiert bei gleichzeitig effektivem Wärmeaustausch zu dem in den Rohren fließenden Wärmetauschmedium. Gleichzeitig optimiert die ovale Form die Verwendung in einem abkühlenden Wärmetauscher, wobei es zur Kondensation kommt. Das Kondensat wird durch die elliptische Form gut nach unten abgeleitet, sodass eine Entfeuchtung im Gegenstrom möglich ist.

**[0013]** Der Vorteil der elliptischen Form ist, dass hierbei durch die Symmetrie eine Unabhängigkeit der Durchströmungsrichtung gegeben ist. Somit kann ein solcher Wärmetauscher besonders effizient in einem modularen Aufbau verwendet werden.

**[0014]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind alle Hauptachsen der elliptischen Rohre parallel angeordnet. Bevorzugt stehen alle Hauptachsen senkrecht zur ersten Seite und zur zweiten Seite.

**[0015]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann an die erste Seite des Wärmetauschers ein Verteilerkopf zur Einleitung eines Wärmetauschmediums angeordnet werden und an die zweite Seite des Wärmetauschers kann ein Sammelkopf zur Abführung des Wärmetauschmediums angeordnet werden. Besonders bevorzugt sind der Wärmetauscher und der Verteilerkopf sowie der Wärmetauscher und der Sammelkopf mittels Verschraubung oder Verschweißung miteinander verbindbar. Diese getrennte Bauweise ist besonders praktisch für einen modularen Aufbau. Weiter ermöglicht dieses den Einbau oder Austausch gerade auch in begrenzten Umgebungen, beispielsweise und insbesondere bei einer Brennstoffzellenvorrichtung an Bord eines Unterseebootes. Gleichzeitig können durch den modularen Aufbau wesentliche Module für mehrere Komponenten verwendet werden. Zusätzlich können zur verschiedenen modularen Bestandteile auch verschiedene

Fertigungstechniken verwendet werden. Beispielsweise und bevorzugt weisen der Verteilerkopf und der Sammelkopf eine pyramidale Grundform auf. Hierbei kann bevorzugt die Spitze der pyramidalen Form abgeflacht sein (Pyramidenstumpf). Hierdurch wird eine Verteilung des Wärmetauschmediums auf alle Rohre und eine störungsfreie Rückführung ermöglicht. Ein Anschluss zur Zuführung oder Abführung des Wärmetauschmediums kann entweder auf der Deckfläche des Pyramidenstumpfes oder einer der Seitenflächen angeordnet sein. Insbesondere kann auch eine Abrundung der pyramidalen Grundform erfolgen, insbesondere am äußersten Ende, um beispielsweise um eine Befestigung auf der rechteckigen Grundform des Wärmetauschers zu erleichtern

und auch um die Strömung im Inneren zu optimieren.

**[0016]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind der Verteilerkopf und der Sammelkopf baugleich. Dieses ermöglicht zum einen den Flüssigkeitsfluss in beide Richtungen, zum anderen wird die Anzahl der verschiedenen Bauteile reduziert und so sowohl Herstellung als auch Ersatzteilbevorratung vereinfacht.

**[0017]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weisen der Verteilerkopf und der Sammelkopf jeweils wenigstens einen ersten und einen zweiten Anschluss auf, wobei der erste Anschluss und der zweite Anschluss zur Anbindung an ein Wärmetauschmediumverteilsystem geeignet sind, wobei der erste Anschluss und der zweite Anschluss räumlich unterschiedlich angeordnet sind. Im Regelbetrieb wird das Wärmetauschmediumverteilsystem nur mit dem ersten Anschluss oder dem zweiten Anschluss verbunden und der andere verschlossen. Hierdurch ist es möglich mit nur einem Verteilerkopf beziehungsweise Sammelkopf auf unterschiedliche sterische Anforderungen einzugehen. Beispielsweise ist der erste Anschluss mittig und waagerecht angeordnet und der zweite Anschluss zeitlich und abgewinkelt. Alternativ kann der erste Anschluss nach oben und der zweite Anschluss nach unten gerichtet sein, was insbesondere bei einer turmförmigen Anordnung, beispielsweise bei einer kaskadierten Hintereinanderschaltung zur Verlängerung des Wärmetauschers sinnvoll ist, da dann der obere erste Anschluss des unteren Wärmetauschers mit dem unteren zweiten Anschluss des oberen Wärmetauschers verbunden werden kann.

**[0018]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Wärmetauscher eine dritte Seite und eine vierte Seite der rechteckigen Grundform auf, wobei die dritte Seite und die vierte Seite gegenüberliegend sind. Somit sind die dritte Seite und die vierte Seite parallel zueinander. Aufgrund der Rechtwinkligkeit stehen die dritte Seite und die vierte Seite jeweils senkrecht zur ersten Seite und zur zweiten Seite. Der elliptische Querschnitt der Rohre ist so angeordnet, dass die Hauptachsen der elliptischen Querschnitte senkrecht zur dritten Seite und vierten Seite angeordnet sind. Damit erzeugen die Rohre einen minimalen Strömungswiderstand für ein von der dritten zur vierten Seite strömendes Fluid. Bevorzugt wird das Fluid durch die dritte Seite eingebracht und strömt aus der vierten Seite wieder aus. Das Fluid kann insbesondere ein mit Feuchtigkeit beladenen Gas sein. Das Fluid kann dabei ein Gas mit gasförmigen Wasser sein oder auch Wasser, beispielsweise in Tröpfchenform flüssig mit sich führen. Bevorzugt kann im Wärmetauscher aus dem Fluid eine flüssige Phase auskondensieren oder in anderer Weise abgeschieden werden.

**[0019]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erstreckt sich der Gasdurchtritt in der dritten Seite und in der vierten Seite auf wenigstens 80 %, bevorzugt wenigstens 90 % der Fläche der dritten Seite beziehungsweise der vierten Seite. Der Gasdurchtritt erfolgt somit, abgesehen von der notwendigen Seitenwand so-

wie beispielsweise Verbindungselementen, möglichst vollflächig durch die dritte Seite und die vierte Seite. Dieses ist besonders bevorzugt, wenn wenigstens zwei Wärmetauscher übereinander angeordnet werden sollen, beispielsweise um einen Entfeuchter zu bilden oder um in modularer Bauweise einen längeren Wärmetauscher zu schaffen.

**[0020]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die dritte Seite zur direkten Verbindung mit der vierten Seite eines weiteren erfindungsgemäßen Wärmetauschers ausgebildet. Hierdurch können Zwei oder mehr Wärmetauscher in einfacherweise übereinander gesetzt werden,

**[0021]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die dritte Seite des Wärmetauschers mit der vierten Seite eines weiteren erfindungsgemäßen Wärmetauschers verbindbar. Hierdurch kann eine Verlängerung des Wärmetauschers in einer modularen Bauweise erfolgen. In diesem Fall strömt das Wärmetauschmedium bevorzugt zunächst durch den ersten Wärmetauscher und anschließend durch den zweiten Wärmetauscher, während das Gas zunächst durch den zweiten Wärmetauscher und dann in den ersten Wärmetauscher strömt. Alternativ und bevorzugt wird der untere zweite Wärmetauscher als Kühler und damit Entfeuchter betrieben, der obere erste Wärmetauscher dann als Erwärmer sodass die Kombination der beiden Wärmetauscher eine Entfeuchtung ohne oder nur mit minimaler Temperaturänderung des vom einströmenden zum ausströmenden Gas bewirkt.

**[0022]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Wärmetauscher eine fünfte Seite und eine sechste Seite der rechteckigen Grundform auf, wobei die fünfte Seite und die sechste Seite gegenüberliegend sind. Die fünfte Seite und die sechste Seite weisen jeweils eine geschlossene Oberfläche auf. Die geschlossene Oberfläche besteht bevorzugt aus aufeinander folgenden halben Ellipsen, welche die gleiche Form aufweisen wie die Rohre. Hierbei ergeben sich zwei Ausführungsformen, wenn man von jeweils reihenförmig versetzen Rohren ausgeht. Die halben Ellipsen können jeweils alternierend nach Innen und nach Außen zeigen. Es ergibt sich eine wellförmige Oberfläche, welche einen vergleichsweise konstanten Abstand zwischen Rohren zueinander und Rohren und Außenwand ergibt. Alternativ sind alle halben Ellipsen bevorzugt nach Außen gewölbt.

**[0023]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der Wärmetauscher um eine erste zweizählige Drehachse drehsymmetrisch, wobei die erste Drehachse senkrecht zur ersten Seite und zur zweiten Seite steht. Der Vorteil davon ist, dass bei einer Durchströmung von unten nach oben der Wärmetauscher beliebig aufgesetzt werden kann. Dieses bedeutet, dass die dritte Seite und die vierte Seite identisch sind, ebenso sind die fünfte Seite und die sechste Seite identisch. Dieses führt dazu, dass ein Einbau, Austausch oder Wartung, gerade in räumlich beengten Verhältnissen, beispielsweise in einer

Brennstoffzellenvorrichtung an Bord eines Unterseebootes einfacher und weniger fehleranfällig ist. Der Wärmetauscher unterscheidet dann nur "Einlauf" und "Auslauf" für das Wärmetauschmedium, "Oben" und "unten" können jedoch beliebig beim Einbau vertauscht werden.

**[0024]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der Wärmetauscher um eine zweite zweizählige Drehachse drehsymmetrisch, wobei die zweite Drehachse senkrecht zur dritten Seite und zur vierten Seite steht. Der Vorteil davon ist, dass der Wärmetauscher somit in beliebiger Richtung in den Kreislauf des Wärmetauschmediums eingebaut werden kann. Dieses bedeutet, dass die erste Seite und die zweite Seite identisch sind, ebenso sind die fünfte Seite und die sechste Seite identisch. Dieses führt dazu, dass ein Einbau, Austausch oder Wartung, gerade in räumlich beengten Verhältnissen, beispielsweise in einer Brennstoffzellenvorrichtung an Bord eines Unterseebootes einfacher und weniger fehleranfällig ist. In dieser Ausführungsform ist beim Einbau nur auf "oben" und "unten" zu achten.

**[0025]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Rohre reihenförmig angeordnet. Jeweils benachbarte Reihen weisen einen Versatz des halben Abstands zwischen den Mittelpunkten benachbarter Rohre in einer Reihe auf.

**[0026]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weisen die Rohre an wenigstens einem Ende eine nach außen gerichtete Verdickung der Wandstärke auf. Hierbei bleibt der Innendurchmesser und damit der Strömungswiderstand für das Wärmetauschmedium bevorzugt konstant. Hierdurch wird eine verbesserte Kraftübertragung erzielt.

**[0027]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der Wärmetauscher mittels additiver Fertigung hergestellt. Insbesondere ist der Wärmetauscher mittels Laserstrahlschmelzen aus einem Metallpulver hergestellt.

**[0028]** In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung einen Entfeuchter mit einem ersten erfindungsgemäßen Wärmetauscher und einem zweiten erfindungsgemäßen Wärmetauscher. Der erste Wärmetauscher ist unter dem zweiten Wärmetauscher angeordnet. Die dritte Seite des zweiten Wärmetauschers ist mit der vierten Seite eines ersten Wärmetauschers verbunden. Der erste Wärmetauscher ist zu Abkühlen verschaltet und der zweite Wärmetauscher ist zum Heizen verschaltet. Unter dem ersten Wärmetauscher ist ein Wasserablass angeordnet, um Kondenswasser, welches im Entfeuchter aus einem Gasstrom abgeschieden wird, zu entfernen. Der Vorteil ist, dass in einfacher modularer Bauweise ein Entfeuchter gebaut werden kann. Dieses ermöglicht zum einen eine kompakte Bauweise der einzelnen Komponenten und gleichzeitig eine sehr geringe Anzahl an unterschiedlichen Komponenten. Dieses führt dazu, dass ein solcher Entfeuchter gerade für die Verwendung in sehr kompakten und beengten Bereichen eignet, beispielsweise in einer Brennstoffzellenvorrichtung an Bord eines Unterseebootes.

**[0029]** In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Rezirkulationsbrennstoffzellenmodul, wobei das Rezirkulationsbrennstoffzellenmodul wenigstens einen Brennstoffzellenstapel und wenigstens einen erfindungsgemäßen ersten Entfeuchter aufweist. Der Brennstoffzellenstapel weist wenigstens einen ersten Eingang und einen ersten Ausgang auf. Der erste Ausgang ist strömungstechnisch mit der dritten Seite verbunden und die vierte Seite ist strömungstechnisch mit dem ersten

5 Eingang verbunden. Besonders bevorzugt ist der erste Entfeuchter auf der Kathodenseite angeordnet. Optional weist das Rezirkulationsbrennstoffzellenmodul einen zweiten Entfeuchter auf, wobei der zweite Entfeuchter auf der Anodenseite angeordnet ist. Die Bauweise in Modulform ermöglicht den schnellen Ein- und Ausbau und damit den Austausch des Rezirkulationsbrennstoffzellenmoduls.

**[0030]** In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Brennstoffzellenvorrichtung mit einem erfindungsgemäßen Entfeuchter. Bevorzugt ist der Entfeuchter im Rezirkulationskreis der Brennstoffzellenvorrichtung angeordnet.

**[0031]** In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Unterseeboot mit einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellenvorrichtung.

**[0032]** Nachfolgend ist der erfindungsgemäße Wärmetauscher anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

- 30 Fig. 1 Sicht auf erste Seite
- Fig. 2 Sicht auf dritte Seite
- Fig. 3 Sicht auf fünfte Seite
- Fig. 4 Entfeuchter

**[0033]** In Fig. 1 ist die Sicht auf die erste Seite 10 gezeigt. Erkennbar sind die Rohre 70, welche reihenweise versetzt angeordnet sind und deren Hauptachse 72 senkrecht zur dritten Seite 30 und zur vierten Seite 40 angeordnet sind.

**[0034]** Fig. 2 zeigt die Sicht auf die dritte Seite 30, die Rohre 70 verlaufen von der ersten Seite 10 zu zweiten Seite 20.

**[0035]** In Fig. 3 ist die Sicht auf die fünfte Seite zu sehen. Auf der ersten Seite 10 ist ein Verteilerkopf 12 angeordnet, beispielsweise verschweißt. Das durch den Wärmetauschmediumeintritt 90 eintretende Wärmetauschmedium wird durch den Verteilerkopf 12 auf die Rohre 70 verteilt. Das an der zweiten Seite aus den Rohren 70 austretende Wärmetauschmedium wird im Sammelmkopf 22 zusammengeführt und zum Wärmetauschmediumaustritt 92 geführt. Das Gas tritt unten durch den Gaseintritt an der dritten Seite in den Wärmetauscher ein und durch den Gasaustritt 82 an der vierten Seite 40 wieder aus.

**[0036]** In Fig. 4 ist ein Entfeuchter aus zwei Wärmetauschern dargestellt, wobei die Darstellung der Darstellung der Fig. 3 mit der Sicht auf die fünfte Seite entspricht. Über den Wärmetauschmediumeintritt 90 tritt im unteren

Wärmetauscher das Wärmetauschmedium ein und kühlst und entfeuchtet den Gasstrom. Das Wärmetauschmedium verlässt den unten Wärmetauscher und gelangt durch die Verbindungsleitung 100 in den oberen Wärmetauscher. Dort wird die Wärme an das abgekühlte und entfeuchttete Gas wieder abgegeben und dieses damit annähernd wieder auf die Ausgangstemperatur gebracht. Das Wärmetauschmedium verlässt den oberen Wärmetauscher durch den Wärmetauschmediumaustritt 92.

Bezugszeichen

**[0037]**

10	erste Seite
12	Verteilerkopf
20	zweite Seite
22	Sammelkopf
30	dritte Seite
40	vierte Seite
70	Rohr
72	Hauptachse
80	Gaseintritt
82	Gasaustritt
90	Wärmetauschmediumeintritt
92	Wärmetauschmediumaustritt
100	Verbindungsleitung

**Patentansprüche**

1. Wärmetauscher, wobei der Wärmetauscher eine rechteckige Grundform aufweist, wobei der Wärmetauscher eine erste Seite (10) und eine zweite Seite (20) der rechteckigen Grundform aufweist, wobei die erste Seite (10) und die zweite Seite (20) gegenüberliegend sind, wobei zwischen der ersten Seite (10) und der zweiten Seite (20) Rohre (70) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohre (70) einen elliptischen Querschnitt aufweisen.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an die erste Seite (10) des Wärmetauschers ein Verteilerkopf zur Einleitung eines Wärmetauschmediums angeordnet werden kann, wobei an die zweite Seite (20) des Wärmetauschers ein Sammelkopf zur Abführung des Wärmetauschmediums angeordnet werden kann.
3. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher eine dritte Seite (30) und eine vierte Seite (40) der rechteckigen Grundform aufweist, wobei die dritte Seite (30) und die vierte Seite (40) gegenüberliegend sind, wobei der elliptische Querschnitt der Rohre (70) so angeordnet ist, dass die Hauptachsen der elliptischen Querschnitte senkrecht zur

dritten Seite (30) und vierten Seite (40) angeordnet sind.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dritte Seite (30) des Wärmetauschers mit der vierten Seite (40) eines weiteren erfindungsgemäß Wärmetauschers verbindbar ist.
5. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher eine fünfte Seite und eine sechste Seite der rechteckigen Grundform aufweist, wobei die fünfte Seite und die sechste Seite gegenüberliegend sind, wobei die fünfte Seite und die sechste Seite eine geschlossene Oberfläche aufweisen, wobei die geschlossene Oberfläche aus aufeinander folgenden halben Ellipsen besteht, welche die gleiche Form aufweisen wie die Rohre (70).
10. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher eine fünfte Seite und eine sechste Seite der rechteckigen Grundform aufweist, wobei die fünfte Seite und die sechste Seite gegenüberliegend sind, wobei die fünfte Seite und die sechste Seite eine geschlossene Oberfläche aufweisen, wobei die geschlossene Oberfläche aus aufeinander folgenden halben Ellipsen besteht, welche die gleiche Form aufweisen wie die Rohre (70).
15. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher eine fünfte Seite und eine sechste Seite der rechteckigen Grundform aufweist, wobei die fünfte Seite und die sechste Seite gegenüberliegend sind, wobei die fünfte Seite und die sechste Seite eine geschlossene Oberfläche aufweisen, wobei die geschlossene Oberfläche aus aufeinander folgenden halben Ellipsen besteht, welche die gleiche Form aufweisen wie die Rohre (70).
20. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohre (70) reihenförmig angeordnet sind, wobei jeweils benachbarte Reihen einen Versatz des halben Abstands zwischen den Mittelpunkten benachbarter Rohre (70) in einer Reihe aufweisen.
25. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohre (70) an wenigstens einem Ende eine nach außen gerichtete Verdickung der Wandstärke aufweisen.
30. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohre (70) an wenigstens einem Ende eine nach außen gerichtete Verdickung der Wandstärke aufweisen.
35. Entfeuchter mit einem ersten Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche und einem zweiten Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der erste Wärmetauscher unter dem zweiten Wärmetauscher angeordnet ist, wobei der erste Wärmetauscher zu Abkühlen verschaltet ist, wobei der zweite Wärmetauscher zum Heizen verschaltet ist, wobei unter dem ersten Wärmetauscher ein Wasserablass angeordnet ist.
40. Entfeuchter mit einem ersten Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche und einem zweiten Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der erste Wärmetauscher unter dem zweiten Wärmetauscher angeordnet ist, wobei der erste Wärmetauscher zu Abkühlen verschaltet ist, wobei der zweite Wärmetauscher zum Heizen verschaltet ist, wobei unter dem ersten Wärmetauscher ein Wasserablass angeordnet ist.
45. Brennstoffzellenvorrichtung mit einem Entfeuchter nach Anspruch 8.
50. Unterseeboot mit einer Brennstoffzellenvorrichtung nach Anspruch 9.

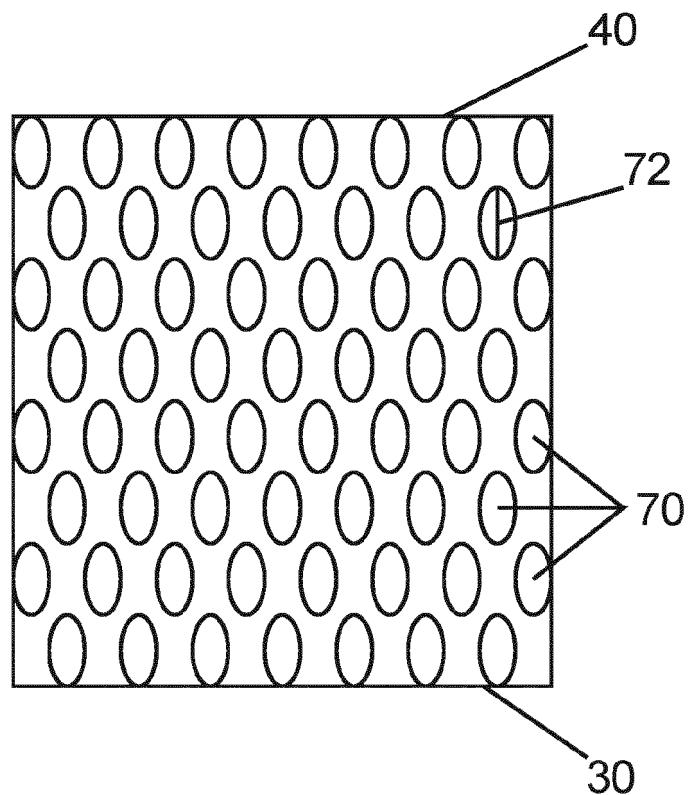


Fig. 1

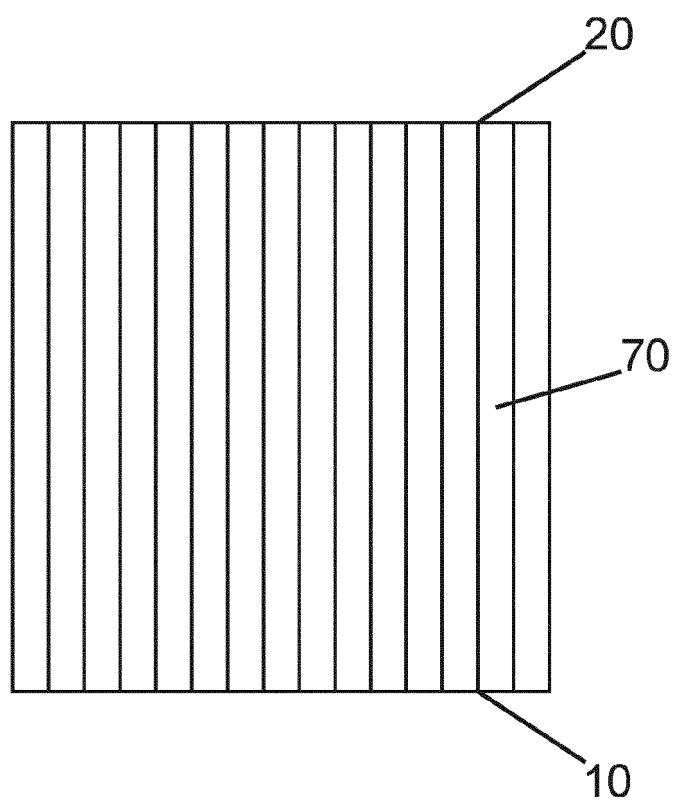


Fig. 2

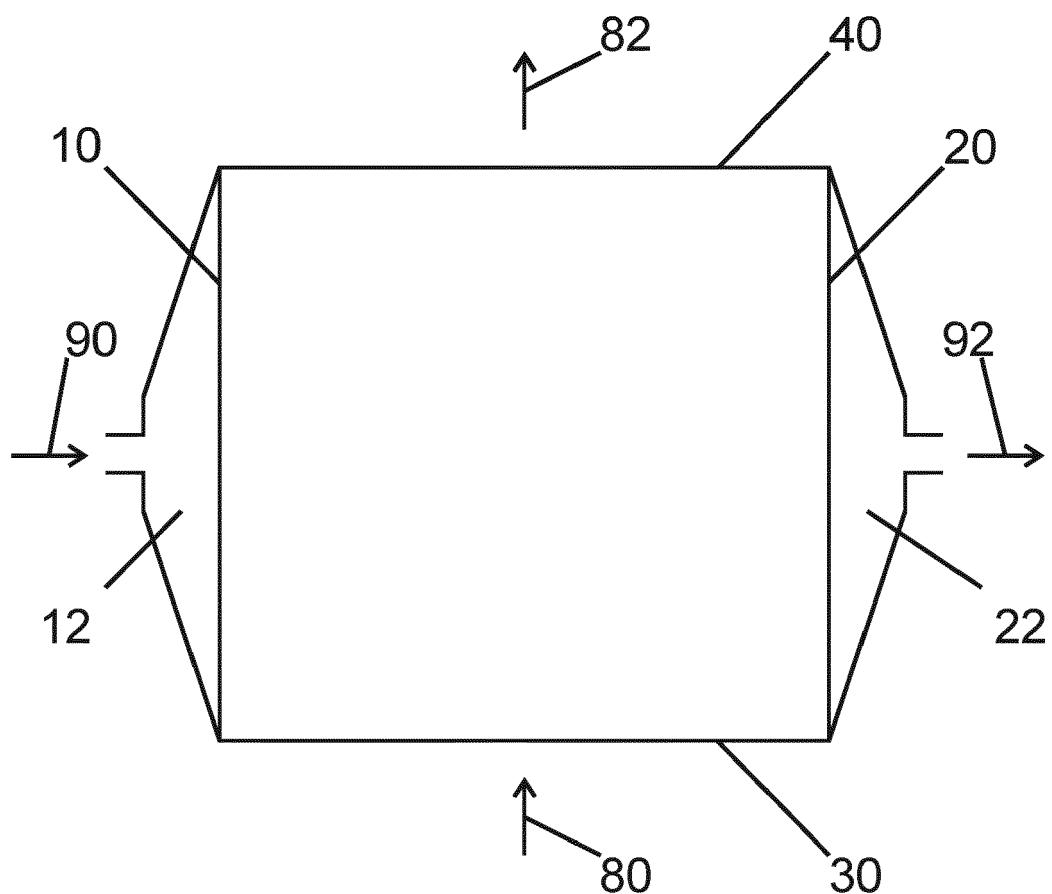


Fig. 3

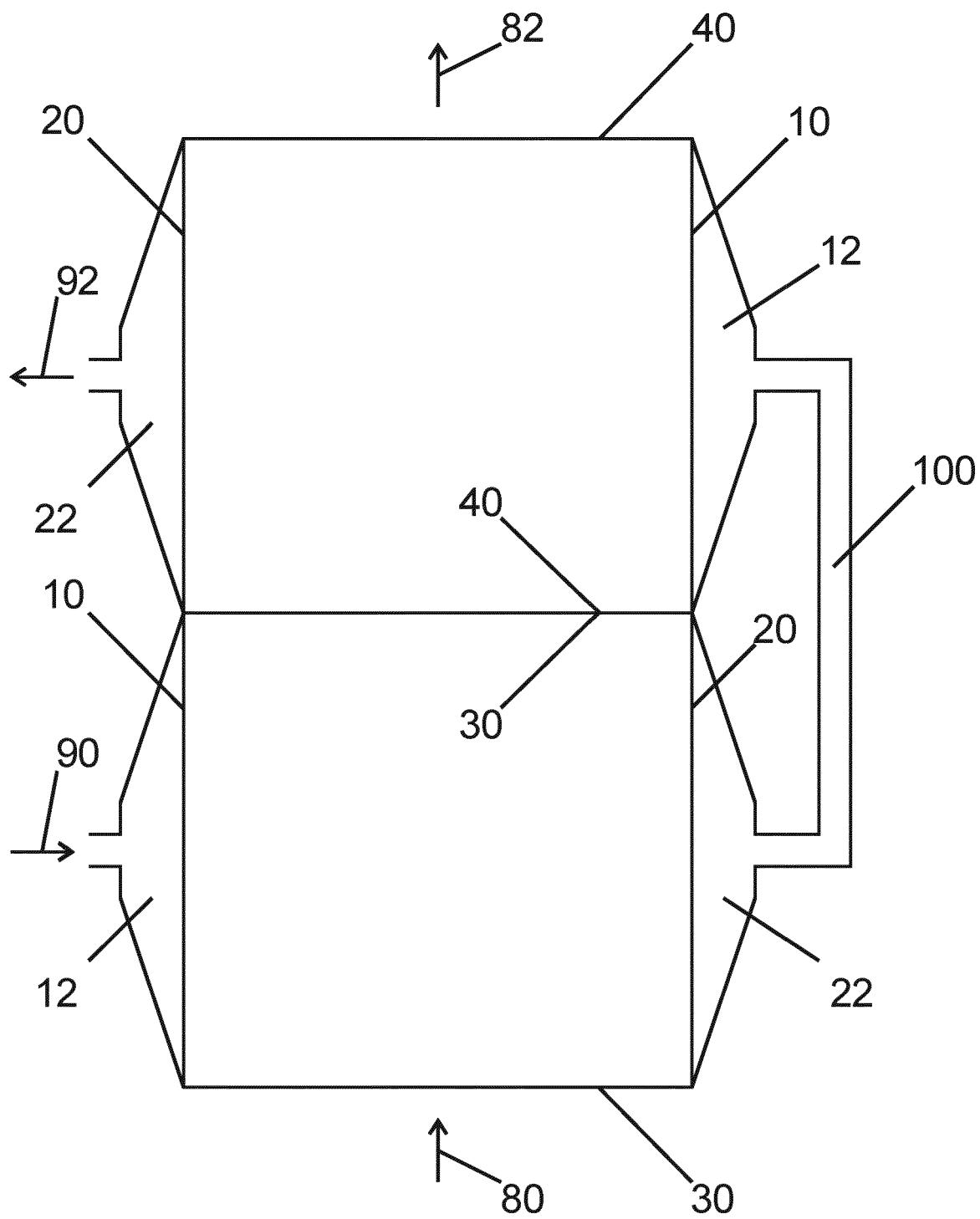


Fig. 4



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 15 3533

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
	Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	X	CH 611 819 A5 (TOGASHI AKIRA [JP]) 29. Juni 1979 (1979-06-29)  Y * Abbildungen * -----	1-3, 5, 6  4, 7-10	INV. F28D7/16 F28D7/00
15	Y, D	DE 10 2020 210532 B3 (THYSSENKRUPP AG [DE]; THYSSENKRUPP MARINE SYS GMBH [DE]) 29. Juli 2021 (2021-07-29)  * das ganze Dokument * -----	4, 8-10	
20	X, D	JP H10 30893 A (MITSUBISHI SHINDO KK) 3. Februar 1998 (1998-02-03)  Y * Abbildungen * -----	1-3  7	
25	X	JP H11 23182 A (NAKAMURA JICO KK) 26. Januar 1999 (1999-01-26)  * Abbildungen * -----	1-3	
30				RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
				F28D
35				
40				
45				
50	6	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
	München	20. Juli 2023	Mellado Ramirez, J	
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist		
	A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
	O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
	P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 15 3533

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-07-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	CH 611819      A5	29-06-1979	KEINE	
15	DE 102020210532 B3	29-07-2021	DE 102020210532 B3 EP 4200059 A1 IL 300483 A WO 2022038010 A1	29-07-2021 28-06-2023 01-04-2023 24-02-2022
20	JP H1030893      A	03-02-1998	KEINE	
	JP H1123182      A	26-01-1999	KEINE	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102020210532 B3 [0004]
- DE 102020210310 A1 [0005]
- JP H1030893 A [0006]
- US 20100285727 A1 [0007]
- WO 2009003817 A2 [0008]