



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.07.2023 Patentblatt 2023/28

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F25B 30/02 ^(2006.01) **B01D 1/00** ^(2006.01)
F24F 1/00 ^(2019.01) **F25B 49/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23150229.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F25B 30/02; F25B 49/005

(22) Anmeldetag: **04.01.2023**

(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**

(72) Erfinder: **Wohlfeil, Arnold**
42799 Leichlingen (DE)

(30) Priorität: **07.01.2022 DE 102022100269**

(74) Vertreter: **Popp, Carsten**
Vaillant GmbH
IR-IP
Berghauser Straße 40
42859 Remscheid (DE)

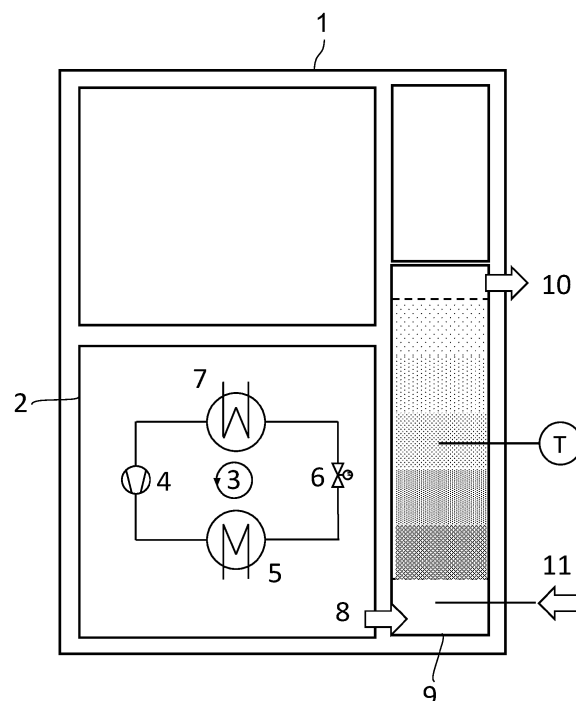
(71) Anmelder: **Vaillant GmbH**
42859 Remscheid NRW (DE)

(54) **WÄRMEPUMPE MIT ADSORBER UND KATALYSATOR**

(57) Vorrichtung zur sicheren Durchführung eines linksdrehenden thermodynamischen Kreisprozesses in einer zur Aufstellung in einem Gebäude geeigneten Wärmepumpe mittels eines kohlenwasserstoffhaltigen Arbeitsfluids, welches in einem geschlossenen, hermetisch dichten Arbeitsfluidumlauf geführt wird, wobei eine umschlossene Adsorptionszone, die von dem Luft-Kohlen-

wasserstoffgemisch angeströmt, umströmt oder durchströmt werden kann, eine gasdurchlässige Umhüllung dieser umschlossenen Adsorptionszone, innerhalb der umschlossenen Adsorptionszone ein Adsorptionsmittel und ein Oxidationskatalysator vorgesehen werden, und das Verhältnis von Oxidationskatalysator zu Adsorptionsmittel zwischen 1 zu 10 und 1 zu 1000 beträgt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft irreguläre Zustände in Kältekreisen, in denen ein als Kältemittel wirkendes, gefährliches Arbeitsfluid in einem thermodynamischen Kreisprozess, wie zum Beispiel dem Clausius-Rankine-Kreisprozess, geführt wird. Vorwiegend sind dies Wärmepumpen, Klimaanlage und Kühlgeräte, wie sie in Wohngebäuden gebräuchlich sind. Insbesondere betrifft die Erfindung die Verwendung in einer Wärmepumpe, die innerhalb eines Wohngebäudes aufgestellt.

[0002] Unter Wohngebäuden werden dabei Privathäuser, Miethauskomplexe, Krankenhäuser, Hotelanlagen, Gastronomie und kombinierte Wohn- und Geschäftshäuser verstanden, in denen Menschen dauerhaft leben und arbeiten, im Unterschied zu mobilen Vorrichtungen wie KFZ-Klimaanlagen oder Transportboxen, oder auch Industrieanlagen oder medizintechnischen Geräten. Gemeinsam ist diesen Kreisprozessen, dass sie unter Einsatz von Energie Nutzwärme oder Nutzkälte erzeugen und Wärmeverschiebungssysteme bilden. Die Wärmepumpe selbst wie auch ihre Installationen für die Nutzer werden innerhalb eines Gebäudes aufgestellt, woraus hohe Ansprüche an die Sicherheit folgen.

[0003] In solchen Systemen werden unter anderem Adsorber verwendet, um leakagebedingt ausgetretenes Arbeitsfluid adsorptiv zu binden. Die DE 10 2011 116 863 A1 beschreibt ein Verfahren zur Sicherung einer Vorrichtung für einen thermodynamischen Kreisprozess, welche mit einem Prozessfluid betrieben wird, das mindestens eine umweltgefährliche, giftige und/oder entzündliche Substanz enthält oder daraus besteht. Im Falle einer Leckage in der Vorrichtung für einen thermodynamischen Kreisprozess ein Adsorptionsmittel mit dem Prozessfluid, insbesondere Ammoniak, Propan oder Propen, in Kontakt gebracht und die Substanz durch das Adsorptionsmittel selektiv gebunden. Das Adsorptionsmittel wird nach Gebrauch regeneriert. Als Adsorptionsmittel werden Zeolith, auch in Kombination mit Imidazol oder Phosphaten, ferner CuBTC und Aktivkohle vorgeschlagen, das Adsorptionsmittel kann in Form einer Schüttung, eines Formkörpers, eines Anstrichs, eines Sprühfilms oder einer Beschichtung ausgestattet sein. Die Trägerstruktur des Formkörpers kann aus Mikrostruktur, Lamellenstruktur, Rohrbündel, Rohrregister und Blech bestehen und muss mechanisch stabil sowie stark oberflächenvergrößernd sein. Eine Umwälzung der potenziell kontaminierten Luft erfolgt üblicherweise kontinuierlich, kann aber auch durch einen Sensor initiiert werden, der die Lüftung nach Erreichen eines Schwellenwerts oder bei einem bekannten Havariefall einschaltet. Die Adsorption kann innerhalb oder außerhalb eines geschlossenen Raums durchgeführt werden.

[0004] Auch viele weitere Schriften lehren die Verwendung von Adsorbern zur Abscheidung von Arbeitsfluid, welches aus einer Leckage des Kältekreis in das Gehäuse einer Wärmepumpe ausgetreten ist, in welchem sich Kältekreis und Wärmetauscher befinden. Die EP 3

486 564 A1 beschreibt die Auskleidung des Wärmepumpengehäuses mit Aktivkohle, bei der die Aktivkohle mit einem Inertgas vorbeladen ist, welches von dem ausgetretenen Arbeitsfluid bei der Beladung verdrängt wird. Das verringert die bei der Adsorption auftretende Wärmeentwicklung. Die EP 3 486 582 A1 beschreibt ein System, mit dem die Beladung des Adsorbers mithilfe einer Gewichtsmessung bestimmt werden kann. Die EP 3 581 861 A1 beschreibt einen Wärmepumpenbehälter, der mit Aktivkohleformkissen ausgestopft ist. Die EP 3 748 257 A1 beschreibt eine Vorrichtung, bei der Adsorber im Falle eines Druckanstiegs im Wärmepumpenbehälter einen Gasauslass über einen Adsorber öffnen. Die EP 3 693 683 A1 beschreibt Schutzschichten in einem Adsorber, der zur Umgebung hin offen ist. Die EP 3 693 687 A1 beschreibt einen im Wärmepumpengehäuse angeordneten Adsorber, der über eine Kühlung verfügt.

[0005] Das in diesen Schriften behandelte technisch-physikalische Problem ist darin begründet, dass man nicht wissen kann, welche Konzentration an Kältemitteldampf sich bei einer Leckage im Wärmepumpengehäuse ergeben wird, da man die Leckage im Voraus nicht kennen kann. Für die Dimensionierung der Adsorption hinsichtlich der Menge des Adsorptionsmittels und der erforderlichen Querschnitte sind der Partialdruck des jeweiligen Adsorptivs und die Strömungsgeschwindigkeit des durchströmenden Gases jedoch entscheidend.

[0006] Bei einem geringen Partialdruck und hoher Durchströmungsgeschwindigkeit wandert die Durchbruchkurve schnell durch die Adsorption, sie bleibt aber relativ flach. Der Vorteil dabei ist, dass sich das Adsorbat dadurch nur schwach erwärmt, der Nachteil ist, dass für eine vollständige Abscheidung sehr große Mengen an Adsorptionsmittel benötigt würden, was unwirtschaftlich und unpraktikabel wäre. Bei einem hohen Partialdruck dagegen kann zwar viel adsorbiert werden, das Adsorbat erwärmt sich dabei aber stark, was die Aufnahmefähigkeit verringert. Es ergibt sich eine ungewollte Rückkopplung. Durch die Erwärmung findet gleichzeitig eine Desorption bereits abgeschiedenen Adsorptivs statt, die Durchbruchkurve schiebt bei ihrer Wanderung durch den Adsorber also eine Art Bugwelle vor sich her.

[0007] In beiden Fällen desorbiert das adsorbierte Arbeitsfluid aber vom Adsorbat, sobald der Partialdruck wieder sinkt, da dann der Gegendruck fehlt. Der offene, durchströmte Adsorber wie auch eingebrachte Adsorberkissen oder mit Adsorptionsmittel beschichtete Wände können das adsorbierte Arbeitsfluid also nicht dauerhaft festhalten, sondern lediglich dafür sorgen, dass sich kein zündfähiges Gemisch bilden kann. Wünschenswert wäre es also, wenn der Adsorber nach dem Abscheidevorgang in der Lage wäre, die abgeschiedene Substanz auch gleich zu vernichten, also nach der Adsorption in eine Chemisorption überzuwechseln. Das Dilemma daran ist aber, dass eine Oxidation des Adsorptivs zu einer erheblichen Wärmeentwicklung führen könnte, da Alkane als Arbeitsfluide ideale Brennstoffe sind. Im Falle von Aktivkohle als Adsorptionsmittel bestünde dann auch die Ge-

fahr der Bildung von giftigem Kohlenmonoxid oder sogar einer Entzündung. Das muss unbedingt vermieden werden, egal wie groß die hypothetische Leckage und damit die Beladungssituation in seltenen Fällen auch immer ausfallen mag.

[0008] Das Problem ist auch bei Gefrier- und Kühlschränken bekannt, welche mit Luft im Kühlraum durchströmt werden. So beschreibt die JP 2000 320 950 A ein solches Gerät, bei dem ein Kohlenwasserstoff als Kältemittel verwendet wird und bei dem eine Adsorptionsschicht verwendet wird, um eventuell leakagebedingt ausgetretenes Kältemittel zu adsorbieren und katalytisch zu vernichten bzw. umzusetzen. Um die erforderliche Temperatur für die katalytische Reaktion zu erreichen, wird der bereits vorhandene Entfroster-Heizer genutzt. Darüber befindet sich ein kleines Element mit einer Adsorptionsschicht und einer katalytischen Schicht aus Platin, welches auf Aluminium geträgert ist. Anders als bei einer Wärmepumpe bewirken die äußerst niedrigen Temperaturen im Gefrierteil, dass der Druck des Kältemittels unter dem Atmosphärendruck liegt und bei einer Leckage praktisch kaum Kältemittel austritt. Ein solcher Austritt in das Gutfach könnte aber während des Entfrosts Vorgangs auftreten und dann heizt der Heizer für die Entfrostsung des Gutfachs den Katalysator für eine etwaig nötige katalytische Zersetzung des Kältemittels gleich mit. Leider lässt sich dieser Trick bei den üblichen Temperaturen einer Wärmepumpe nicht übertragen und anwenden.

[0009] Auch bei Luftfiltern ist es bekannt, VOCs zunächst abzuscheiden und dann katalytisch zu zersetzen. Hierfür beschreibt die US 2021/0108810 A1 eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Luftreinigung, vor allem in Fahrzeugkabinen. Problematisch ist hierbei, dass die ggf. mehrstufige katalytische Behandlung bei hohen Temperaturen erfolgen und man die dabei entstehende Abwärme kontrollieren muss. Eine Kombination mit einer Adsorption wird nicht gelehrt. Für Wärmepumpen und leakagebedingt ausgetretenes Kältemittel sind solche Luftfilter nicht geeignet.

[0010] Die DE 69 60 740 T2 beschreibt ein Filterungsverfahren für Gas im Motorraum eines Fahrzeugs und stellt unter anderem eine katalytische Behandlung von Kohlenwasserstoffen, als Katalysatoren dienen Edelmetalle wie Platin, Palladium und Rhodium, sowie metallische, hochschmelzende Träger hierfür. Hierzu wird im Falle von Kohlenwasserstoffen eine hilfsmäßig beheizte Oberfläche benötigt. Die Konstruktion kann entsprechend üblicher Wabenkatalysatoren ausgeführt sein, wie sie in der Abgasreinigung von Fahrzeugen seit langem Stand der Technik ist. Der katalytischen Reaktion kann auch eine Adsorption mit nachfolgender Desorption vorangestellt sein.

[0011] Die Aufgabe der Erfindung ist daher, eine Vorrichtung und ein Verfahren für eine sichere und effiziente adsorptive Gasbehandlung in einer Wärmepumpe bereitzustellen, die in einem Wohngebäude aufgestellt ist, und in der ein linksdrehender thermodynamischer Kreis-

prozess in einem geschlossenen, hermetisch dichten Arbeitsfluidumlauf mittels eines entzündlichen, kohlenwasserstoffhaltigen Arbeitsfluids durchgeführt wird. Diese soll die oben beschriebenen Probleme nicht mehr aufweisen.

[0012] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch eine Vorrichtung zur sicheren Durchführung eines linksdrehenden thermodynamischen Kreisprozesses in einer zur Aufstellung in einem Gebäude geeigneten Wärmepumpe mittels eines kohlenwasserstoffhaltigen Arbeitsfluids, welches in einem geschlossenen, hermetisch dichten Arbeitsfluidumlauf geführt wird, wobei

- eine umschlossene Adsorptionszone, die von dem Luft-Kohlenwasserstoffgemisch angeströmt, umströmt oder durchströmt werden kann,
- eine gasdurchlässige Umhüllung dieser umschlossenen Adsorptionszone,
- innerhalb der umschlossenen Adsorptionszone ein Adsorptionsmittel und ein Oxidationskatalysator vorgesehen werden,
- und das Verhältnis von Oxidationskatalysator zu Adsorptionsmittel zwischen 1 zu 10 und 1 zu 1000 beträgt.

[0013] Hierdurch wird bewirkt, dass die Oxidation des adsorbierten Kohlenwasserstoffs katalysiert wird, und die in geringer Menge dem Adsorptionsmittel zugesetzten Oxidationskatalysatoren eine langsame Oxidation bewirken. Durch die katalytische Oxidation ergibt sich zwar eine Wärmeentwicklung zusätzlich zur Adsorptionswärme, die jedoch durch die geringe Menge an Katalysator geringgehalten wird und damit gut beherrschbar bleibt.

[0014] Bei Anwendung des Adsorptionsverfahrens im Gehäuse einer Wärmepumpe oder in Verbindung mit ihr innerhalb eines Gebäudes wird erreicht, dass bei geringen Leckageraten mit der Folge einer sehr flachen Durchbruchskurve im Adsorber das Adsorptiv dabei langsam abgebaut wird, wobei davon ausgegangen wird, dass Luftsauerstoff für die Oxidation vorhanden ist.

[0015] Ausgestaltungen betreffen eine umschlossene Adsorptionszone, die von dem Luft-Kohlenwasserstoffgemisch angeströmt, umströmt oder durchströmt werden kann, und eine gasdurchlässige Umhüllung dieser umschlossenen Adsorptionszone wobei innerhalb der umschlossenen Adsorptionszone ein Adsorptionsmittel und ein Oxidationskatalysator vorgesehen werden.

[0016] Ausgestaltungen der Vorrichtung betreffen die eingesetzten Katalysatoren. Oxidationskatalysatoren für Alkane werden industriell überwiegend dazu genutzt, Alkene herzustellen, beispielsweise wird Propan in einer Propandehydrierung zu Propylen verarbeitet, oder Butan wird zu Butylen oder Butadien teiloxydiert. Die bekannten Verfahren werden katalytisch durchgeführt, wobei auf möglichst hohe Selektivität geachtet wird und es wird vermieden, dass sich Oxidationsprodukte wie Kohlenmonoxid oder Kohlendioxid bilden. Die dafür verwendeten

Katalysatoren bekommen in Temperaturfenstern von mindestens 150 Grad Celsius die gewünschte Aktivität.

[0017] Im hier vorliegenden Fall ist jedoch eine möglichst vollständige Oxidation bei Raumtemperaturen gewünscht. Auch der Fall einer unvollständigen Oxidation in Form einer Teiloxidation ist akzeptabel, sofern die teiloxidierten Produkte auf dem Adsorptionsmittel verbleiben, also entweder ebenfalls adsorbiert werden oder flüssig sind oder Feststoffe bilden, und wenn die Reaktionswärme gering bleibt. Die Menge an Katalysator soll daher gegenüber dem Adsorptionsmittel gering sein. Daher ist vorgesehen, dass das Verhältnis von Oxidationskatalysator zu Adsorptionsmittel zwischen 1 zu 10 und 1 zu 1000 beträgt, auf den Massenanteil gerechnet. Es muss aber nicht überall dasselbe Verhältnis sein.

[0018] Verwendet werden in der Vorrichtung katalytische Verbindungen enthaltend Fe(III), Cu(II), Ce(IV), Pb(IV), Rh oder Pd oder Mischungen daraus. Sie werden entweder direkt auf dem Adsorptionsmittel aufgebracht, nutzen also das Adsorptionsmittel als Trägersubstanz, oder es werden andere Trägermaterialien verwendet, die mit dem Adsorptionsmittel vermischt werden. Als Adsorptionsmittel dient Aktivkohle.

[0019] In einer Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der Oxidationskatalysator auf dem Adsorptionsmittel getragen ist. Dies umfasst Formkörper einer Schüttung, etwa zylindrische Pellets, oder Wabenformkörper mit Strömungskanälen, oder Formkissen oder Schaumstoffe oder andere bekannte Träger für Adsorptionsmittel und Katalysatoren. Alternativ dazu können die Oxidationskatalysatoren auch auf separaten Formkörpern aufgebracht sein, die beispielsweise einer Schüttung zugemischt werden. Wird beispielsweise Aktivkohle als Adsorptionsmittel in Form einer Schüttung verwendet, können geringe Mengen anderer Formkörper, auf denen Katalysatoren aufgebracht sind, der Schüttung beigemischt werden.

[0020] In einer Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Adsorptionszone durch einen Sorptionskanal gebildet wird, der einen Gaseinlass aufweist, weiterhin Einsatzkörbe, die mit Adsorbensschüttung und Oxidationskatalysator gefüllt sind, und einen Gasauslass, der zur Umgebung hin offen ist. Der Sorptionskanal kann mit weiteren Ausstattungen versehen werden, wie Schutzschichten, Schikanen etc.

[0021] Unabhängig davon ist in einer Ausgestaltung vorgesehen, dass die Raumdichte von Katalysator mit der Schüttungshöhe, also der Lauflänge der Strömung, zunimmt und die Raumdichte an Katalysator am Adsorberauslass den höchsten Wert annimmt. Dadurch wird erreicht, dass am Adsorbereinlass, wo die meiste Adsorptionswärme anfällt, gleichzeitig die geringste Reaktionswärme hinzukommt, während am Adsorberauslass, an dem zunächst nur geringe Adsorption stattfindet, der katalytische Abbau am stärksten ist. Auf diese Weise wird die Wärmebelastung über die Adsorborschüttungshöhe am besten verteilt.

[0022] Werden Adsorberkissen verwendet, können

die Bezüge mit Katalysator versehen werden. Werden Adsorberwände verwendet, soll der Katalysator an der Seite zur Behälterwand angeordnet werden, da die Reaktionswärme am besten über die Behälterwand oder andere Wandungen abgegeben werden kann. Werden Formkörper zur Adsorption verwendet, ist der Katalysator am Strömungsausstritt oder an den Seitenwänden in höherer Konzentration als in der Mitte oder am Strömungseinlass anzubringen. Die Adsorptionszone wird dann durch einen Formkörper mit inneren und äußeren Anströmflächen gebildet. Es kann auch vorgesehen werden, dass der Formkörper an der Innenwand des Gehäuses einer Wärmepumpe befestigt ist und die Raumdichte von Oxidationskatalysator auf dem Adsorptionsmittel mit der Nähe zur Wandung zunimmt. Alle diese Maßnahmen und Bauformen können auch nebeneinander in Kombination verwendet werden.

[0023] In Ausgestaltungen wird vorgesehen, dass die Temperatur des Adsorptionsmittels gemessen wird. Steigt diese zu stark an, wird eine geringe Menge an inertisierendem Stickstoff hinzugegeben, dies bremst die Oxidation durch Absenkung der Partialdrücke der Reaktionspartner, vor allem den von Sauerstoff. Sofern die Zugabemenge gering ist, beeinflusst dies die Adsorption dagegen kaum. Die Temperaturmessung und die Stickstoffzugabe kann auch in verschiedenen Stellen oder Schichten erfolgen. Der ggf. zuzugebende Stickstoff wird unter hohem Druck vorgehalten, was bei der Entspannung während der Zugabe aufgrund des Joule-Thomson-Effekts zusätzlich zu einer Abkühlung des Adsorptionsmittels führt. Es kann in diesem Fall, der auf eine hohe Leckagerate hinweist, mehr Adsorptiv aufnehmen, als es bei einer Erwärmung infolge der Adsorptionswärme möglich wäre. Der Kühleffekt kompensiert dabei lokal die Adsorptionswärme und ggf. die Reaktionswärme.

[0024] Weiterhin kann eine Kühlung des Adsorbers alternativ oder additiv auch mit bekannten Kühleinrichtungen nach dem Stand der Technik, wie oben beschrieben, vorgenommen werden.

[0025] Die Erfindung wird anhand eines Beispiels in Fig. 1 näher erläutert. Fig. 1 zeigt eine Wärmepumpe 1 mit einem gekapselten Gehäuse 2, in dem ein Kältekreis 3 mit dem entzündlichen Kältemittel R290 betrieben wird. Dieser Kältekreis umfasst einen Verdichter 4, einen Kondensator 5, ein Entspannungsventil 6 und einen Verdampfer 7. Das gekapselte Gehäuse ist mit einem Anschluss 8 an einen Sorptionskanal 9 versehen. Der Sorptionskanal 9 enthält eine Schüttung mit dem Adsorptionsmittel Aktivkohle und einem Oxidationskatalysator aus Eisen (III), der auf die Aktivkohle aufgebracht ist. Die Dotierung ist in der Lauflänge in seiner Konzentration ansteigend. Gereinigte Luft kann den Sorptionskanal 9 über den Auslass 10 verlassen. Im Normalfall ist der Sorptionskanal kaum durchströmt.

[0026] Sollte eine Leckage auftreten, erhöht sich der Druck im gekapselten Gehäuse 2 und treibt das entstehende Luft-R290-Gemisch in den Sorptionskanal 9, wo es im unteren Bereich adsorbiert wird. Dabei erwärmt

sich das Adsorptionsmittel und der aufgebrauchte Katalysator bewirkt eine langsame Reaktion, es entstehen Oxidationsprodukte des R290 bis hin zum Kohlendioxid. Sofern größere Mengen aufgrund einer größeren Leckage auftreten sollten, was ausgesprochen selten ist, bewirkt die Adsorptionswärme eine deutliche Erwärmung, was auch die Oxidation beschleunigt und eine weitere Aufheizung hervorrufen kann.

[0027] Für diesen Fall ist eine Eindüsung 11 von Stickstoff oder einem anderen Inertgas vorgesehen, um diese Reaktion zu modulieren, im Falle von Stickstoff kann durch Druckentspannung bei der Eindüsung auch eine Temperaturabsenkung erreicht werden, was einerseits die Kapazität des Adsorptionsmittels erhöht und andererseits die Reaktionswärme der Oxidation verringert. Um eine solche übermäßige Erwärmung rechtzeitig zu erkennen, wird im Sorptionskanal 9 eine Temperaturmessstelle T vorgesehen.

Liste der Bezugszeichen

[0028]

- | | | |
|----|----------------------|--|
| 1 | Wärmepumpe | |
| 2 | Gehäuse | |
| 3 | Kältekreis | |
| 4 | Verdichter | |
| 5 | Kondensator | |
| 6 | Entspannungsventil | |
| 7 | Verdampfer | |
| 8 | Anschluss | |
| 9 | Sorptionskanal | |
| 10 | Auslass | |
| 11 | Anschluss/ Eindüsung | |
| T | Temperaturmessstelle | |

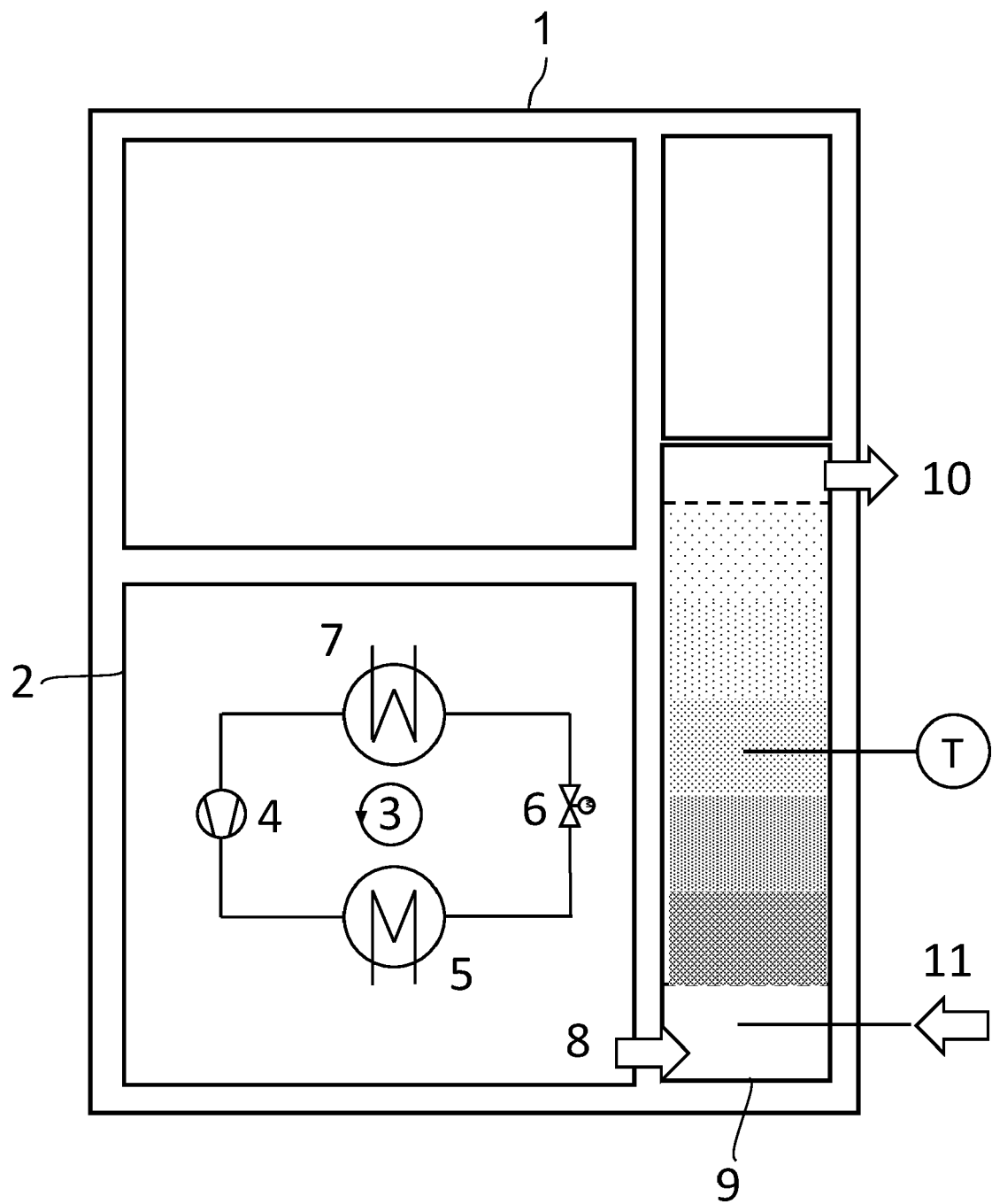
Patentansprüche

1. Vorrichtung zur sicheren Durchführung eines linksdrehenden thermodynamischen Kreisprozesses (3) in einer zur Aufstellung in einem Gebäude geeigneten Wärmepumpe (1) mittels eines kohlenwasserstoffhaltigen Arbeitsfluids, welches in einem geschlossenen, hermetisch dichten Arbeitsfluidumlauf geführt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - eine umschlossene Adsorptionszone (9), die von dem Luft-Kohlenwasserstoffgemisch angeströmt, umströmt oder durchströmt werden kann,
 - und eine gasdurchlässige Umhüllung dieser umschlossenen Adsorptionszone (9),
 - und innerhalb der umschlossenen Adsorptionszone ein Adsorptionsmittel und ein Oxidationskatalysator vorgesehen werden,
 - und das Verhältnis von Oxidationskatalysator

zu Adsorptionsmittel zwischen 1 zu 10 und 1 zu 1000 beträgt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oxidationskatalysatoren katalytische Verbindungen enthaltend Fe(III), Cu(II), Ce(IV), Pb(IV), Rh oder Pd oder Mischungen daraus sind und dass das Adsorptionsmittel Aktivkohle ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Oxidationskatalysator auf dem Adsorptionsmittel geträgert ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Adsorptionszone (9) durch einen Sorptionskanal (9) gebildet wird, der einen Gaseinlass (8) aufweist, weiterhin Einsatzkörbe, die mit Adsorbensschüttung und Oxidationskatalysator gefüllt sind, und einen Gasauslass (10), der zur Umgebung hin offen ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Raumdichte von Oxidationskatalysator auf dem Adsorptionsmittel mit der Lauflänge des Sorptionskanals zunimmt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Raumdichte von Oxidationskatalysator auf dem Adsorptionsmittel mit der Nähe zur Wandung des Sorptionskanals zunimmt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Temperaturmessstelle (T) im Adsorptionsmittel angeordnet wird, mit der die Temperatur gemessen wird.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Anschluss (11) und eine Verteileinrichtung für unter Druck stehendem Stickstoff vorgesehen ist.

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 15 0229

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 10 2019 118984 A1 (VAILLANT GMBH [DE]) 8. Oktober 2020 (2020-10-08) * Absätze [0007] - [0028]; Abbildung 1 * -----	1-8	INV. F25B30/02 B01D1/00 F24F1/00 F25B49/00
A	JP 2000 320950 A (MATSUSHITA REFRIGERATION) 24. November 2000 (2000-11-24) * Absätze [0034] - [0039]; Abbildungen 1,2 * -----	1-8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F25B F17C F24F B01D
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. April 2023	Prüfer Weisser, Meinrad
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 23 15 0229

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

27-04-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102019118984 A1	08-10-2020	KEINE	
15	JP 2000320950 A	24-11-2000	KEINE	
20				
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 102011116863 A1 **[0003]**
- EP 3486564 A1 **[0004]**
- EP 3486582 A1 **[0004]**
- EP 3581861 A1 **[0004]**
- EP 3748257 A1 **[0004]**
- EP 3693683 A1 **[0004]**
- EP 3693687 A1 **[0004]**
- JP 2000320950 A **[0008]**
- US 20210108810 A1 **[0009]**
- DE 6960740 T2 **[0010]**