



(11) **EP 3 748 257 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.12.2020 Patentblatt 2020/50

(51) Int Cl.:
F25B 25/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20171754.3**

(22) Anmeldetag: **28.04.2020**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Lingk, Tobias**
42799 Leichlingen (DE)
• **Krampe-Zadler, Christof**
44628 Herne (DE)
• **Spahn, Hans-Josef**
40699 Erkrath (DE)
• **Szuder, Thomas-Friedrich**
51379 Leverkusen (DE)

(30) Priorität: **03.06.2019 DE 102019114744**

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

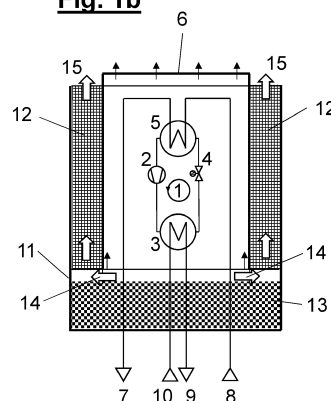
(74) Vertreter: **Popp, Carsten**
Vaillant GmbH
IRP
Berghauser Straße 40
42859 Remscheid (DE)

(54) **VORRICHTUNG ZUR SICHEREN DURCHFÜHRUNG EINES LINKSDREHENDEN THERMODYNAMISCHEN KREISPROZESSES MITTELS EINES ENTZÜNDLICHEN ARBEITSFLUIDS MIT DER VERWENDUNG VON FLUIDADSORPTION**

(57) Vorrichtung zur sicheren Durchführung eines linksdrehenden thermodynamischen Kreisprozesses (1) mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids, welches in einem geschlossenen, hermetisch dichten Arbeitsfluidumlauf geführt wird, aufweisend mindestens einen Verdichter (2) für Arbeitsfluid, mindestens eine Entspannungseinrichtung (4) für Arbeitsfluid, mindestens zwei Wärmeübertrager (3, 5) für Arbeitsfluid mit jeweils mindestens zwei Anschlüssen (7, 8, 9, 10) für Wärmeüberträgerfluide, ein geschlossenes Gehäuse, bestehend aus einem äußeren Gehäuseteil (11) und einem inneren Gehäuseteil (6), welches alle am geschlossenen Arbeitsfluidumlauf angeschlossenen Einrichtungen umfasst, weitere Einrichtungen umfassen kann, wobei als Gehäuse aus einer Anordnung aus zwei ineinander verschachtelten Gehäuseteilen gebildet ist, wobei das innere Gehäuseteil (6) von dem äußeren Gehäuseteil (11) wenigstens teilweise umschlossen wird, wobei beide Gehäuseteile jeweils fünf geschlossene und eine für Gas offene Seite aufweisen, die jeweils für Gas offenen Seiten auf einander entgegengesetzten Seiten der verschachtelten Gehäuseteile angeordnet sind, an der offenen Seite des inneren und der des äußeren Gehäuseteils jeweils ein Durchtritt für Gas vorgesehen wird, zwischen den beiden Gehäuseteilen ein Zwischenraum an mehreren Seiten gebildet wird, dieser Zwischenraum mit einem Bindemittel (12) für Arbeitsfluid in einer Kapazität aufgefüllt ist,

mit der austretendes Arbeitsfluid vollständig aufgenommen werden kann, der Zwischenraum (12) nur im Falle eines im Inneren des inneren Gehäuseteils (6) auftretenden Überdruckes durchströmt werden kann, indem der Überdruck ein paralleles Auseinanderschieben des äußeren Gehäuseteils (11) gegen das innere Gehäuseteil (6) bewirkt, wodurch eine Durchtrittsöffnung (14) vom inneren Gehäuseteil (6) in den Zwischenraum (12) für Gas geöffnet wird, der Zwischenraum (12) und die Durchtrittsöffnung (14) strömungstechnisch so ausgebildet ist, dass der sich beim Durchströmen einstellende Strömungswiderstand überall gleich ist.

Fig. 1b



EP 3 748 257 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft irreguläre Zustände in Kältekreisen, in denen ein als Kältemittel wirkendes 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. 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.

[0002] Die zum Einsatz kommenden thermodynamischen Kreisprozesse sind seit langem bekannt, ebenso die Sicherheitsprobleme, die bei der Verwendung geeigneter Arbeitsfluide entstehen können. Abgesehen von Wasser sind die bekanntesten damaligen Arbeitsfluide brennbar und giftig. Sie führten im vergangenen Jahrhundert zur Entwicklung der Sicherheitskältemittel, die aus fluorierten Kohlenwasserstoffen bestanden. Es zeigte sich jedoch, dass diese Sicherheitskältemittel die Ozonschicht schädigen, zur Klimaerwärmung führen, und dass ihre sicherheitstechnische Unbedenklichkeit zu konstruktiven Unachtsamkeiten führte. Bis zu 70 % des Umsatzes entfiel auf den Nachfüllbedarf undichter Anlagen und deren Leckageverluste, der hingenommen wurde, solange dies im Einzelfall als wirtschaftlich vertretbar empfunden wurde und Bedarf an Ersatzbeschaffung förderte.

[0003] Der Einsatz dieser Kältemittel wurde aus diesem Grund Restriktionen unterworfen, in der Europäischen Union beispielsweise durch die F-Gas-Verordnung (EU) 517/2014.

[0004] Es ist daher einerseits äußerst problematisch, die konstruktiven Prinzipien für Kältemittel-führende thermodynamische Prozesse zu übernehmen, die sich bei Sicherheitskältemitteln scheinbar gut bewährt haben, andererseits auf die Anlagenkonzepte aus der Zeit vor Einführung der Sicherheitskältemittel aufzusetzen. Dies liegt auch daran, dass inzwischen aus Einzelgeräten komplexe Anlagen geworden sind, was die Anzahl der Möglichkeiten für Störungen und deren Folgen vervielfältigt hat. Hierdurch ergeben sich beispielhaft die folgenden Anforderungen an das Sicherheitskonzept:

- Im Normalbetrieb muss die Anlage absolut dicht sein.
- Weder bei einer Leckage im Kondensator bzw. Verflüssiger noch bei einer Leckage im Verdampfer darf Arbeitsfluid in den gekoppelten Nutzwärme- oder Nutzkältekreislauf gelangen.
- Es darf kein Arbeitsfluid aus dem Kältekreislauf un-

bemerkt entweichen können.

- Im Verdichter darf das Arbeitsfluid nicht durch die Lagerung entweichen.
- Im Entspannungssystem darf das Arbeitsfluid nicht durch den Ventilsitz diffundieren oder durch Kavitation zu Leckagen führen.
- Gekapselte Teile müssen für Wartungs- und Kontrollzwecke zugänglich bleiben.
- In Notfällen dürfen sich keine Gefahren einstellen.
- Die Anlage soll in vorhandene Räumlichkeiten integrierbar sein
- Das Kältemittel soll abgelassen und eingefüllt werden können.

[0005] Der Begriff des Notfalls muss weit gesehen werden. Denkbar sind Stromausfälle, Erdbeben, Erdbeben, Überschwemmungen, Brände, technische Fehler und klimatische Extrembedingungen. Sofern die Anlagen in einem Netzwerk betrieben werden, ist auch ein Netzausfall oder eine Netzstörung als Notfall anzusehen. Gegenüber solchen Gefahren oder Störungen soll die Vorrichtung inhärent sicher sein. Aber auch ein Ausfall der verfügbaren Primärenergie kann einen Notfall begründen und darf keine Gefahrentwicklung zur Folge haben. Alle diese Notfälle können auch kombiniert auftreten.

[0006] Hierbei sind die verschiedenen Bauformen und Anwendungsfälle für derartige thermodynamische Kreisprozesse gesondert zu berücksichtigen, bei ortsfesten Anlagen für Wohngebäude beispielsweise folgende:

- Haushaltskühlschränke,
- Haushaltsgefrierschränke,
- Haushaltstrockner,
- Haushaltskühl-Gefrierkombinationen,
- Kühlkammern für Hotel- und Gastronomie,
- Gefrierkammern für Hotel- und Gastronomie,
- Klimaanlage für Haus, Hotel- und Gastronomie,
- Warmwassererzeugung für Haus, Hotel- und Gastronomie,
- Beheizung für Haus, Hotel- und Gastronomie,
- Sauna-Schwimmbadanlagen für Haus, Hotel- und Gastronomie,
- Kombinierte Anlagen für die oben genannten Anwendungen,

wobei diese Aufzählung nicht vollständig ist.

[0007] Die Energie für den Betrieb der Anlagen einschließlich der zu verschiebenden Wärmeenergie kann aus verschiedenen Quellen stammen:

- Erdwärme aus Erdwärmespeichern,
- Geothermische Wärme,
- Fernwärme,
- Elektrische Energie aus allgemeiner Stromversorgung,
- Elektrische Solarenergie,
- Solarwärme,
- Abwärme,

- Warmwasserspeicher,
- Eisspeicher,
- Latentwärmespeicher,
- Fossile Energieträger wie Erdgas, Erdöl, Kohle,
- Nachwachsende Rohstoffe wie Holz, Pellets, Biogas,
- Außenluft,
- Kombinationen aus den oben genannten Energiequellen,

wobei auch diese Aufzählung nicht vollständig ist.

[0008] Die auftretenden Probleme bei der Sicherheitsauslegung solcher Anlagen werden in der WO 2015/032905 A1 anschaulich beschrieben. So liegt die untere Zündgrenze von Propan als Arbeitsfluid etwa bei 1,7 Volumenprozent in Luft, was 38 g/m^3 in Luft entspricht. Sofern der Kälteprozess in einem ihn umgebenden, hermetisch abgeschlossenen, ansonsten aber luftgefüllten Raum mit dem Arbeitsfluid Propan durchgeführt wird, stellt sich das Problem der Erkennung einer kritischen, explosiven Situation nach einer Störung, bei der das Arbeitsfluid in diesen hermetisch abgeschlossenen Raum austritt. Elektrische Sensoren zur Erkennung kritischer Konzentrationen sind nur schwierig explosionsgeschützt auszuführen, weswegen gerade die Propan-Erkennung durch die Sensoren selbst das Explosionsrisiko erheblich verschärft, ausgenommen hiervon sind Infrarotsensoren. Propan ist auch giftig, bei Inhalation oberhalb einer Konzentration von ca. 2 g/m^3 stellen sich narkotische Effekte, Kopfschmerzen und Übelkeit ein. Dies betrifft Personen, die ein erkanntes Problem vor Ort lösen sollen, noch bevor Explosionsgefahr entsteht.

[0009] Propan ist auch schwerer als Luft, sinkt also in ruhender Luft auf den Boden und sammelt sich dort an, wobei es sich aber in der Raumluft nach einer gewissen Zeit durchmischt, was auch von Leckagerate und Raumhöhe abhängt. Sollte sich also ein Teil des Propans in einer strömungsarmen Zone des abgeschlossenen Raums, in dem sich das gestörte Aggregat befindet, unter sehr ungünstigen Bedingungen sammeln, können die lokalen Explosionsgrenzen wesentlich schneller erreicht werden, als es der Quotient aus Gesamtraumvolumen zu ausgetretener Propanmenge erwarten lässt. Die WO 2015/032905 A1 sucht dieses Problem zu lösen, indem ein Generator für elektrischen Strom in die Öffnung bzw. deren Verriegelung dieses Raums integriert wird und bei deren Betätigung in einem ersten Schritt die elektrische Energie erzeugt und bereitstellt, mit der der Sensor aktiviert wird, und der im Alarmfall die Verriegelung dann nicht freigibt, sondern eine Lüftung des abgeschlossenen Raums veranlasst, und erst in einem zweiten Schritt eine Entriegelung und Öffnung zulässt.

[0010] Schon zu Beginn der Technologie der Kompressionskältemaschinen wurde der Versuch unternommen, einen abgeschlossenen Raum zu bilden, in dem die apparativen Ausrüstungen alle sicher untergebracht werden konnten und der diese vollständig umhüllt. Die DE-PS 553 295 beschreibt eine gekapselte Kompressi-

onskältemaschine, bei der der Kältemittelverdichter 1, sein Antriebsmotor 2, Verdampfer 3, Verflüssiger 4 und Regelventil 5 in einer doppelwandigen Kapsel 6 bzw. 7 eingeschlossen sind. Im Zwischenraum der doppelwandigen Kapsel wird ein Unterdruck angelegt und Leckagen, die an den Durchbrüchen für Kühlwasser und Sole auftreten könnten, abgesaugt. Das abgesaugte Arbeitsfluid kann im Anschluss daran ggf. zurückgewonnen werden. Zu bemerken ist dabei, dass sich innerhalb des gekapselten Raums keine Umgebungsluft befindet und aufgrund des Unterdrucks im Doppelmantel auch nicht in den gekapselten Innenraum eindringen kann.

[0011] 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 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 erkannten Havariefall einschaltet. Die Adsorption kann innerhalb oder außerhalb eines geschlossenen Raumes durchgeführt werden.

[0012] Die DE 195 25 064 C1 beschreibt eine Kältemaschine mit einem gasdicht ausgebildeten Gehäuse, welches alle kältemittelführenden Komponenten der Maschine aufnimmt, ein das Innere des gasdichten Gehäuses mit einem Auslass verbindender Raum vorgesehen ist, und der Raum mit einem das Kältemittel sorbierenden Stoff gefüllt ist. Die Menge des sorbierenden Stoffes wird dabei so dimensioniert, dass die gesamte Menge an eventuell austretendem Kältemittel aufgenommen und von der Umwelt ferngehalten werden kann. Der mit dem sorbierenden Stoff gefüllte Raum ist zur Umgebung hin offen. Bei Kältemitteln, die schwerer als Luft sind, ist der Raum nach unten hin offen, bei solchen, die leichter sind, ist er nach oben hin offen, so dass ein Fördergebläse nicht erforderlich ist. Das Sorptionsmittel wird in das Gehäuse eingebracht und umschließt die Kältemaschine bzw. die kältemittelführenden Einrichtungen vollständig. Auf seinem Weg nach außen sind Schikanen vorgesehen, die Kurzschlussströmungen verhindern und entweichendes Gas durch das Sorptionsmittel zwingen. Auch

eine doppelwandige Ausführungsform, bei der das Sorptionsmittel im Doppelmantel angeordnet ist, ist möglich. Am Ausgang des mit dem sorbierenden Stoffes gefüllten Raumes zur Umgebung hin kann eine Messeinrichtung für Kältemittel vorgesehen werden.

[0013] Die EP 3 106 780 A1 beschreibt eine Wärmepumpenanlage, die in einem mit einem Bindemittel ausgekleideten, luftdichten Gehäuse untergebracht ist. Innerhalb dieses Gehäuses kann eine Adsorptionseinheit mit einer Zwangslüftung angeordnet sein, die im Umluftbetrieb die Luft im Gehäuse reinigt. Dieser Umluftbetrieb kann kontinuierlich oder nur im Störfall oder in regelmäßigen Intervallen erfolgen. Stromab dieser Sorptionsstufe kann auch ein Zündbrenner, eine Pilotflamme, ein katalytischer Brenner oder ein Heizdraht angeordnet sein, der ggf. restliche brennbare Verunreinigungen verbrennt. Ebenfalls denkbar ist eine Frischluftzufuhr in Verbindung mit der Ableitung gereinigter Abluft.

[0014] Die vorgestellten Systeme hatten am Markt bislang nur wenig Erfolg. Dies kann auf die folgenden Gründe zurückgeführt werden:

- Montagefreundlichkeit: Im Falle von Modernisierungen von alten Heizungsanlagen müssen die neu zu installierenden Vorrichtungen zerlegbar und transportabel sein. Beispielsweise müssen sie über Kellertreppen und in verwinkelte und niedrige Kellerräume verbracht werden können. Zusammenbau, Inbetriebnahme und Wartung müssen ohne großen Aufwand vor Ort möglich sein. Dies schließt große und schwere Druckbehälter weitgehend aus, ferner Systeme, die nach einer Havarie nicht mehr demontierbar sind.
- Diagnosefreundlichkeit: Die Betriebszustände sollten von außen gut erkennbar sein, dies betrifft die Sichtbarkeit und Prüfbarkeit bezüglich möglicher Leckagen und schließt den Füllstand des Arbeitsfluids sowie den Befüllungsgrad ggf. eingebrachter Sorbentien ein.
- Wartungsfreundlichkeit: Systemdiagnosen sollten ohne großen zusätzlichen Aufwand erfolgen können. Sicherheitsrelevante Systeme sollten regelmäßig getestet bzw. auf ihre Zuverlässigkeit geprüft werden können. Sofern Systemdiagnosen nicht einfach durchführbar sind, sollten möglicherweise belastete Teile leicht durch Neuteile austauschbar sein.
- Ausfallsicherheit: Die Systeme sollen einerseits gegen Störungen gesichert sein, gleichzeitig aber zuverlässig laufen können, wenigstens im Notbetrieb. Im Falle einer vorübergehenden externen Störung sollten die Systeme entweder selbstständig wieder anfahren oder ohne großen Aufwand wiederangefahren werden können.
- Energieeffizienz: Die Anlagen sollen energetisch günstig betrieben werden können, ein hoher Eigenverbrauch an Energie für Sicherheitsmaßnahmen wirkt dem entgegen.

- Robustheit: Im Falle größerer Störungen, seien sie extern oder systemintern aufgeprägt, muss die Beherrschbarkeit gewährleistet sein, dies betrifft z.B. Lüftungssysteme, die verstopfen können oder Druckbehälter, die unter Druck stehen oder heiß werden, etwa bei einem Brand.
- Kosten: Die Sicherheitsmaßnahmen sollen weder bei den Anschaffungskosten noch bei den laufenden Kosten bedeutend sein und die Einsparungen bei den Energiekosten gegenüber herkömmlichen Systemen übersteigen. Sie sollen günstig sein.

[0015] Hinzu kommt ein Zielkonflikt. Sofern Arbeitsfluid aus einer kleinen Leckage austritt, soll ein Bindemittel, sei es ein Adsorbens oder ein chemisches Bindemittel, auch bei kleinen Partialdrücken in der Lage sein, das gesamte Arbeitsfluid aufzunehmen. Dies geschieht am besten in einer langsamen Durchströmung durch ein feinverteiltes Medium. Im Falle eines denkbaren, wenn auch sehr seltenen Abrisses einer Arbeitsfluid-führenden Leitung wird jedoch in sehr kurzer Zeit eine große Menge Arbeitsfluid unter hohem Druck freigesetzt, welche das zumeist druckdichte Gehäuse schlagartig unter Druck setzt. Bei Versuchen ergaben sich Spitzendruckwerte von bis zu 25 hPa, was zu Verformungen typischer Bauformen und nachfolgendem Austritt von Arbeitsfluid führen würde.

[0016] In solchen Fällen muss nicht nur das gesamte Arbeitsfluid aufgenommen werden, wie es im Stand der Technik seit langem bekannt ist, sondern es muss auch schnell zu einer Druckentlastung kommen. Geschlossene Vorrichtungen mit einem feinverteilten Medium, das einem Arbeitsfluid beim Einströmen oder beim Durchströmen einen hohen Strömungswiderstand entgegensetzen würde, wären nicht geeignet, die erforderliche schnelle Druckentlastung herbeizuführen.

[0017] Aber auch herkömmliche Vorrichtungen, die einen durchströmten Adsorber oder einen mit einem anderen Bindemittel gefüllten Behälter vorsehen, in dem ein entweichendes Arbeitsfluid-Luftgemisch gereinigt wird, bevor es in den Aufstellungsraum entweichen kann, sind problematisch. So wäre die Summe der Einzeldruckverluste, die sich aus dem Eintrittsdruckverlust, dem des Sorptionsbettes und dem Austrittsdruckverlust ergibt, immer noch so hoch, dass es eines erheblichen Überdruckes im Gehäuse bedürfte, um schnell genügend viel Arbeitsfluid-Luftgemisch durch eine solche Vorrichtung hindurchzutreiben, um auf diese Weise ohne zusätzlichen Lüfter einen schnell entstehenden Überdruck abzubauen. Dieser Überdruck ist aber gerade nicht erwünscht und soll möglichst nicht erst entstehen, darf also auch nicht erforderlich sein, um ihn selbst schnell abzubauen. Hierdurch entsteht ein innerer Zielkonflikt.

[0018] Die Aufgabe der Erfindung ist daher, eine verbesserte Vorrichtung bereitzustellen, welche die dargestellten Probleme einschließlich des Zielkonflikts besser löst und die Nachteile nicht mehr aufweist.

[0019] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch eine

Vorrichtung zur sicheren Durchführung eines linksdrehenden thermodynamischen Kreisprozesses mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids, welches in einem geschlossenen, hermetisch dichten Arbeitsfluidumlauf geführt wird, aufweisend

- mindestens einen Verdichter für Arbeitsfluid,
- mindestens eine Entspannungseinrichtung für Arbeitsfluid,
- mindestens zwei Wärmeübertrager für Arbeitsfluid mit jeweils mindestens zwei Anschlüssen für Wärmeüberträgerfluide,
- ein geschlossenes Gehäuse, bestehend aus einem äußeren Gehäuseteil und einem inneren Gehäuseteil, welches alle am geschlossenen Arbeitsfluidumlauf angeschlossenen Einrichtungen umfasst,
- weitere Einrichtungen umfassen kann, wobei
- das Gehäuse aus einer Anordnung aus zwei ineinander verschachtelten Gehäuseteilen gebildet ist, wobei das innere Gehäuseteil von dem äußeren Gehäuseteil wenigstens teilweise umschlossen wird,
- wobei beide Gehäuseteile jeweils fünf geschlossene und eine für Gas offene Seite aufweisen,
- die jeweils für Gas offenen Seiten auf einander entgegengesetzten Seiten der verschachtelten Gehäuseteile angeordnet sind,
- an der offenen Seite des inneren und der des äußeren Gehäuseteils jeweils ein Durchtritt für Gas vorgesehen wird,
- zwischen den beiden Gehäuseteilen ein Zwischenraum an mehreren Seiten gebildet wird,
- dieser Zwischenraum mit einem Bindemittel für Arbeitsfluid in einer Kapazität aufgefüllt ist, mit der austretendes Arbeitsfluid vollständig aufgenommen werden kann,
- der Zwischenraum nur im Falle eines im Inneren des inneren Gehäuseteils auftretenden Überdruckes durchströmt werden kann, indem der Überdruck ein paralleles Auseinanderschieben des äußeren Gehäuseteils gegen das innere Gehäuseteil bewirkt, wodurch eine Durchtrittsöffnung vom inneren Gehäuseteil in den Zwischenraum für Gas geöffnet wird,
- der Zwischenraum und die Durchtrittsöffnung strömungstechnisch so ausgebildet ist, dass der sich beim Durchströmen einstellende Strömungswiderstand überall gleich ist.

[0020] Als linksdrehender Kreisprozess dient in den meisten Fällen ein Clausius-Rankine-Prozess, der mit R290 betrieben wird. Als Bindemittel wird hierbei bevorzugt das Adsorbens Aktivkohle verwendet. Als Wärmeübertragerfluide sind hier alle gasförmigen oder flüssigen Medien zu verstehen, mit denen Wärme übertragen wird, also etwa Luft, Wasser, Sole, Wärmeträgeröle oder dergleichen.

[0021] Die Verschachtelung der beiden Gehäuseteile kann dabei auf verschiedene Arten erfolgen. Das äußere

Gehäuseteil kann von oben auf das untere, innere Gehäuseteil aufgesetzt sein, wobei die Unterseite des äußeren Gehäuseteils vollständig offen ist. Die Aggregate des Kreisprozesses sind dann alle im inneren Gehäuseteil angeordnet und die Anschlüsse werden unterhalb vorgenommen und durchstoßen das äußere Gehäuseteil nicht. Das äußere Gehäuseteil kann auch unten angeordnet sein und eine Art Wanne für das innere Gehäuseteil bilden, wobei das innere Gehäuseteil von oben aufgesetzt wird. Die Aggregate des Kreisprozesses sind dann alle im äußeren Gehäuseteil angeordnet, die Anschlüsse werden unterhalb vorgenommen und durchstoßen das innere Gehäuseteil nicht. Das äußere Gehäuseteil kann auch seitlich über das innere Gehäuseteil geschoben werden.

[0022] Bei diesen Anordnungen ist immer ein Gehäuseteil fest und das andere entlang einer Achse beweglich, wobei diese Bewegung durch geeignete Lagerung geführt wird, um ein Verkanten auszuschließen. Tritt nun ein Überdruckereignis auf, bewirkt der Überdruck, dass sich das bewegliche Gehäuseteil durch diesen Druck bewegt und den Weg zum Zwischenraum zwischen den beiden Gehäuseteilen freigibt. In diesem Zwischenraum ist ein Adsorbens angeordnet, wobei es sich bevorzugt um eine Schüttung mit geringem Durchströmungswiderstand handelt.

[0023] Die Bewegung des beweglichen Gehäuseteils gibt zwar den Weg für das ausströmende Gas frei, das bedeutet aber nicht, dass das Gehäuse zuvor zwangsweise gasdicht sein muss. So können Siebe zum Stützen des beweglichen Gehäuseteils verwendet werden, die ein Druckgleichgewicht mit der Umgebung bewirken, auch kann Diffusion stattfinden. Die Ventilation erfolgt jedoch hauptsächlich durch das Sorptionsbett.

[0024] An den Stellen, wo der Gasweg in den Zwischenraum freigegeben wird, sind vorzugsweise gerundete Kanäle und Strömungsgleichrichter vorgesehen, damit ein homogener Gaszug entsteht. Um die Bewegung des beweglichen Gehäuseteils zu begrenzen, ist vorzugsweise ein Begrenzungsanschlag vorgesehen.

[0025] In einer weiteren Ausführungsform ist das bewegliche Gehäuseteil auf einem Formkörper oder einer Schüttung aus Adsorbens gelagert, die bei kleinen Leckagen bewirkt, dass ausgetretenes Arbeitsfluid gebunden wird, ohne dass der Gasweg in den Zwischenraum freigegeben wird. Auf diese Weise entsteht eine unterschiedliche Behandlung von gelegentlichen kleinen und von sehr seltenen großen Leckageereignissen.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Zwischenraum zwischen den beiden Gehäuseteilen an 4 Seiten vorgesehen wird. Auf diese Weise kann ein hoher Strömungsquerschnitt mit einer großen Vergleichmäßigungswirkung erreicht werden. Es ergibt sich hierbei ein umlaufender Zwischenraum, wobei die gegenüberliegenden Flächen der beiden Gehäuseteile aber weder parallel zueinander, noch eben sein müssen, sondern auch Strukturierungen aufweisen können.

[0027] Sind die beiden Gehäuseteile vertikal ineinander angeordnet, kann der Druck, bei dem eine Öffnung des Gasweges in den Zwischenraum erfolgen soll, durch das Gewicht des bewegten Gehäuseteils definiert werden. Passt dieses jedoch nicht, können Federn die erforderliche Differenz ausgleichen.

[0028] Es versteht sich von selbst, dass außerdem Elemente wie Rückhaltesiebe, Sockel sowie Montagehilfen oder dergleichen in üblicher Weise verwendet werden können und die beiden Gehäuseteile auch selbst zu Montagezwecken Deckel, abnehmbare Seitenteile, Serviceöffnungen, Sicherheitsventile und dergleichen aufweisen können.

[0029] Weitere Ausgestaltungen betreffen die Maßnahmen, mit denen bewirkt wird, dass der zulässige Überdruck im Gehäuse eingehalten wird, wenn eine erhebliche Störung eintritt. Dieser Überdruck soll auf 2,5 mbar bzw. 0,25 Hektopaskal begrenzt werden. So ist optional einzeln oder in Kombination vorzusehen, dass

- der freie Einströmungsquerschnitt im Zwischenraum zwischen 0,008 und 0,068 m² pro kg Arbeitsfluid beträgt,
- das Verhältnis zwischen freiem Einströmungsquerschnitt in den Zwischenraum zum freien Ausströmungsquerschnitt aus dem Zwischenraum zwischen 0,35 bis 2,41 liegt,
- der Zwischenraum im drucklosen Zustand nicht für Gasströmungen offen ist,
- die Aktivkohle als Adsorbenschüttung in Pellet-, Granulat- und/oder Kugelform in einem Durchmesserbereich von 0,5 bis 10 Millimeter und einer Länge-zu-Durchmesser Verhältnis von 1 bis 20 verwendet wird,
- die Aktivkohle so dotiert ist, dass bei Normaltemperatur die Adsorptionsrate zwischen 0,025 und 0,4 kg Arbeitsfluid pro kg Adsorbens beträgt,
- die Lauflänge des durch das im Zwischenraum angeordneten Adsorbens zwischen 0,01 und 1,08 Meter pro kg Arbeitsfluid beträgt.

[0030] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von zwei Prinzipskizzen näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1a eine erste Ausführungsvariante im geschlossenen Zustand,

Fig. 1b eine erste Ausführungsvariante im geöffneten Zustand,

Fig. 2a eine zweite Ausführungsvariante im geschlossenen Zustand,

Fig. 2b eine zweite Ausführungsvariante im geöffneten Zustand,

Fig. 3 eine Draufsicht auf den Zwischenraum.

[0031] Fig. 1a zeigt eine erste Ausführungsvariante im geschlossenen Zustand anhand einer Prinzipskizze eines Kältekreis 1 mit einem Verdichter 2, einem Kondensator 3, einer Druckreduzierung 4 und einem Ver-

dampfer 5 in einem geschlossenen Gehäuse, welches aus einem inneren Gehäuseteil 6 und einem äußeren Gehäuseteil 11 gebildet ist. Hierbei ist das innere Gehäuseteil 6 nach unten hin offen und nach oben hin geschlossen, während das äußere Gehäuseteil 11 nach oben offen und nach unten geschlossen ist. Das innere Gehäuseteil 6 liegt wannenartig im äußeren Gehäuseteil 11 auf. Das Gehäuse verfügt über einen Wärmequellen-Anschluss 7, einen Wärmequellen-Vorlauf 8, einen Wärmesenken-Vorlauf 9 und einen Wärmesenken-Anschluss 10. Der Kältekreis 1 wird in diesem Beispiel mit dem entzündlichen Arbeitsfluid Propan, welches auch unter der Bezeichnung R290 bekannt ist, betrieben. Propan ist schwerer als Luft, daher sinkt es im Falle einer Leckage im Kältekreis 1 tendenziell im inneren Gehäuse 6 nach unten, wenngleich es sich bei kleinen Leckagen gut vermischt. Dort kann es im Falle kleiner Leckagen von der Adsorbenschicht 13 aufgefangen und gebunden werden. Im geschlossenen Zustand liegt das innere Gehäuseteil 6 auf der Adsorbenschicht 13 lose auf.

[0032] Fig. 1b zeigt die erste Ausführungsvariante im geöffneten Zustand nach einem plötzlichen erheblichen Leckageereignis. Hierbei steigt der Druck im Inneren des inneren Gehäuseteils 6 so schnell an, dass die Adsorbenschicht das austretende Arbeitsfluid nicht schnell genug aufnehmen kann. Aufgrund des Druckanstiegs wird das innere Gehäuseteil 6 soweit angehoben, bis sich der innere Druck und die Gewichtskraft des inneren Gehäuseteils 6 im Gleichgewicht befinden. Das Gas, welches aus einem Gemisch aus Arbeitsfluid und Luft besteht, tritt hierbei durch die unten gelegene Durchtrittsöffnung 14 in den Zwischenraum 12 ein, wo es durch eine weitere Adsorptionsschicht, die nur einen sehr geringen Strömungswiderstand leistet, nach oben hindurch geleitet wird. Der überwiegende Teil des Arbeitsfluids wird hierin adsorbiert. Ein kleiner Reststrom tritt durch die Durchtrittsöffnung 15 in die Umgebung aus. Nach dem Ende des Überdruckereignisses bewegt sich das innere Gehäuseteil 6 wieder in seine Ausgangsstellung zurück. Das beladene Adsorbens wird danach fachmännisch entnommen.

[0033] Fig. 2a zeigt eine alternative Ausführungsform im geschlossenen Zustand, deren Hauptunterschied zur ersten Variante darin besteht, dass nicht das innere Gehäuseteil 6 im äußeren Gehäuseteil 11 wie in einer Wanne steckt, sondern dass das äußere Gehäuseteil 11 wie ein Hut über dem inneren Gehäuseteil 6 angeordnet ist. Ansonsten ist der Aufbau analog.

[0034] Fig. 2b zeigt die alternative Ausführungsform im geöffneten Zustand. Hierbei wird das äußere Gehäuseteil durch den entstehenden Überdruck angehoben und gibt eine Durchtrittsöffnung 14 frei, die im Gegensatz zu ersten Ausführungsvariante oben angeordnet ist. Aufgrund des Druckanstiegs wird das äußere Gehäuseteil 11 soweit angehoben, bis sich der innere Druck und die Gewichtskraft des Gehäuseteils 11 im Gleichgewicht befinden. Das Gas, welches aus einem Gemisch aus Arbeitsfluid und Luft besteht, tritt hierbei durch die oben

gelegene Durchtrittsöffnung 14 in den Zwischenraum 12 ein, wo es durch eine weitere Adsorptionsschicht, die nur einen sehr geringen Strömungswiderstand leistet, nach unten hindurch geleitet wird. Der überwiegende Teil des Arbeitsfluids wird hierin adsorbiert. Ein kleiner Reststrom tritt durch die Durchtrittsöffnung 15 in die Umgebung aus. Nach dem Ende des Überdruckereignisses bewegt sich das äußere Gehäuseteil 11 wieder in seine Ausgangsstellung zurück. Das beladene Adsorbens wird danach fachmännisch entnommen.

[0035] Fig. 3 zeigt eine stark vereinfachte Darstellung einer Draufsicht auf die erste und zweite Ausführungsvariante. Das äußere Gehäuseteil 11 umschließt dabei das innere Gehäuseteil 6 und bildet einen umlaufenden Zwischenraum 12, in dem das Adsorbens angeordnet ist. Vorzugsweise wird das Adsorbens am nicht bewegten Gehäuseteil in lösbarer Weise befestigt. Alternativ kann der umlaufende Zwischenraum auch aus mehreren Kompartimenten gebildet werden, beispielsweise an jeder der Außenseite je eines, was deren Lösbarkeit nach einer Beladung erleichtert.

Bezugszeichenliste

[0036]

- | | | |
|----|------------------------|----|
| 1 | Kältekreis | |
| 2 | Verdichter | |
| 3 | Kondensator | |
| 4 | Druckreduzierung | |
| 5 | Verdampfer | |
| 6 | Inneres Gehäuseteil | |
| 7 | Wärmequellen-Anschluss | |
| 8 | Wärmequellen-Vorlauf | |
| 9 | Wärmesenken-Vorlauf | |
| 10 | Wärmesenken-Anschluss | |
| 11 | Äußeres Gehäuseteil | |
| 12 | Zwischenraum | |
| 13 | Adsorptionsschicht | |
| 14 | Durchtrittsöffnung | 40 |
| 15 | Durchtrittsöffnung | |

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur sicheren Durchführung eines linksdrehenden thermodynamischen Kreisprozesses (1) mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids, welches in einem geschlossenen, hermetisch dichten Arbeitsfluidumlauf geführt wird, aufweisend

- mindestens einen Verdichter (2) für Arbeitsfluid,
- mindestens eine Entspannungseinrichtung (4) für Arbeitsfluid,
- mindestens zwei Wärmeübertrager (3, 5) für Arbeitsfluid mit jeweils mindestens zwei Anschlüssen (7, 8, 9, 10) für Wärmeüberträgerflu-

ide,

- ein geschlossenes Gehäuse, bestehend aus einem äußeren Gehäuseteil (11) und einem inneren Gehäuseteil (6),

- welches alle am geschlossenen Arbeitsfluidumlauf angeschlossenen Einrichtungen umfasst,
- weitere Einrichtungen umfassen kann,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das Gehäuse aus einer Anordnung aus zwei ineinander verschachtelten Gehäuseteilen gebildet ist, wobei das innere Gehäuseteil (6) von dem äußeren Gehäuseteil (11) wenigstens teilweise umschlossen wird,
- wobei beide Gehäuseteile jeweils fünf geschlossene und eine für Gas offene Seite aufweisen,
- die jeweils für Gas offenen Seiten auf einander entgegengesetzten Seiten der verschachtelten Gehäuseteile (6, 11) angeordnet sind,
- an der offenen Seite des inneren und der des äußeren Gehäuseteils jeweils ein Durchtritt für Gas vorgesehen wird,
- zwischen den beiden Gehäuseteilen ein Zwischenraum an mehreren Seiten gebildet wird,
- dieser Zwischenraum (12) mit einem Bindemittel für Arbeitsfluid in einer Kapazität aufgefüllt ist, mit der austretendes Arbeitsfluid vollständig aufgenommen werden kann,
- der Zwischenraum (12) nur im Falle eines im Inneren des inneren Gehäuseteils (6) auftretenden Überdruckes durchströmt werden kann, indem der Überdruck ein paralleles Auseinanderschieben des äußeren Gehäuseteils (11) gegen das innere Gehäuseteil (6) bewirkt, wodurch eine Durchtrittsöffnung (14) vom inneren Gehäuseteil (6) in den Zwischenraum (12) für Gas geöffnet wird,
- der Zwischenraum (12) und die Durchtrittsöffnung (14) strömungstechnisch so ausgebildet ist, dass der sich beim Durchströmen einstellende Strömungswiderstand überall gleich ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bindemittel ein Adsorbens, vorzugsweise aus Aktivkohle, und das Arbeitsfluid R290 ist.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das bewegliche Gehäuseteil auf einem Formkörper oder einer Schüttung aus Adsorbens gelagert ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenraum

(12) zwischen den beiden Gehäuseteilen (6, 11) an 4 Seiten vorgesehen wird.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der sich beim Durchströmen einstellende Druckverlust im Zwischenraum (12) auf höchstens 2,5 hPa begrenzt wird. 5
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der freie Einströmungsquerschnitt im Zwischenraum (12) zwischen 0,008 und 0,068 m² pro kg Arbeitsfluid beträgt. 10
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis zwischen freiem Einströmungsquerschnitt in den Zwischenraum (12) zum freien Ausströmungsquerschnitt aus dem Zwischenraum zwischen 0,35 bis 2,41 liegt. 15
8. Vorrichtung nach Anspruch 5 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenraum (12) im drucklosen Zustand nicht für Gasströmungen offen ist. 20
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aktivkohle als Adsorbenschüttung in Pellet-, Granulat- und/oder Kugelform in einem Durchmesserbereich von 0,5 bis 10 Millimeter und einer Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis von 1 bis 20 verwendet wird. 25
30
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aktivkohle so dosiert ist, dass bei Normaltemperatur die Adsorptionsrate zwischen 0,025 und 0,4 kg Arbeitsfluid pro kg Adsorbens beträgt. 35
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lauflänge des durch das im Zwischenraum (12) angeordneten Adsorbens zwischen 0,01 und 1,08 Meter pro kg Arbeitsfluid beträgt. 40
45
50
55

Fig. 1a

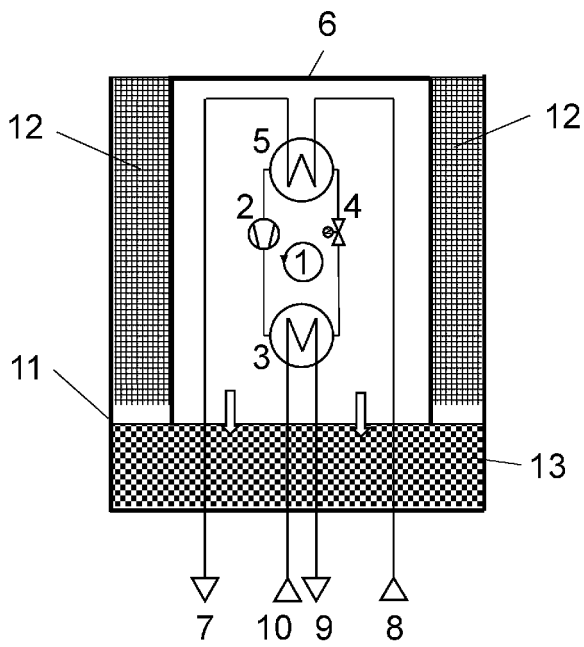


Fig. 1b

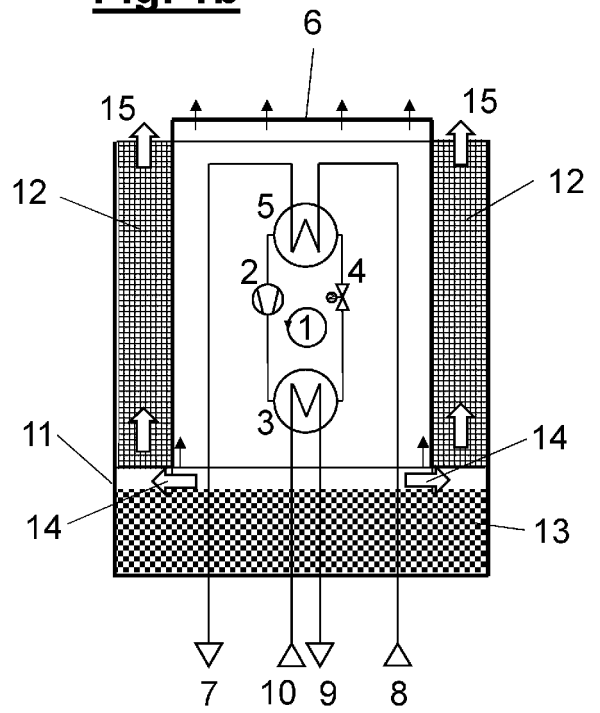


Fig. 2a

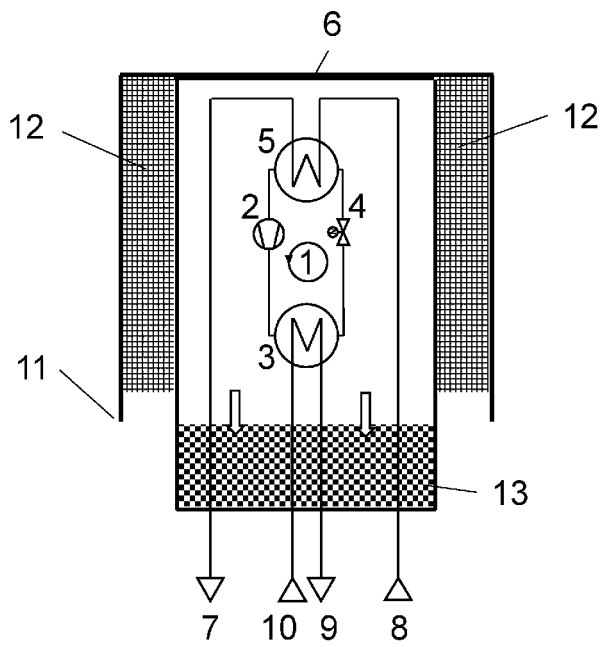


Fig. 2b

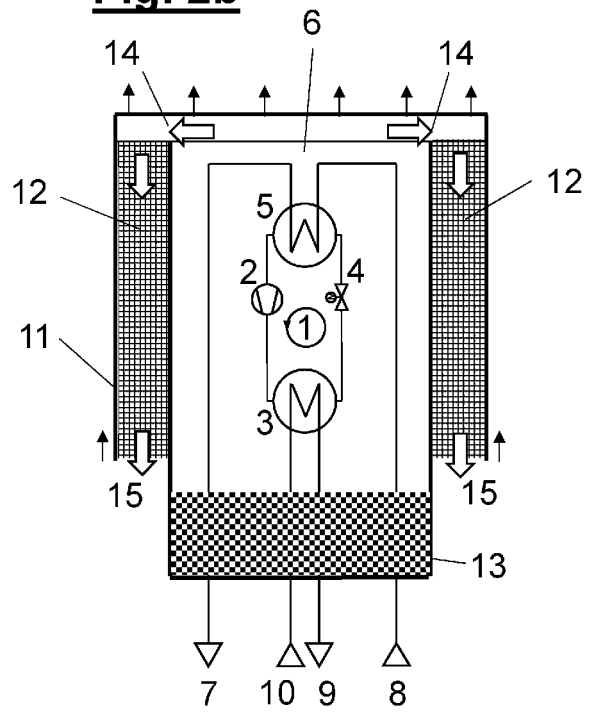
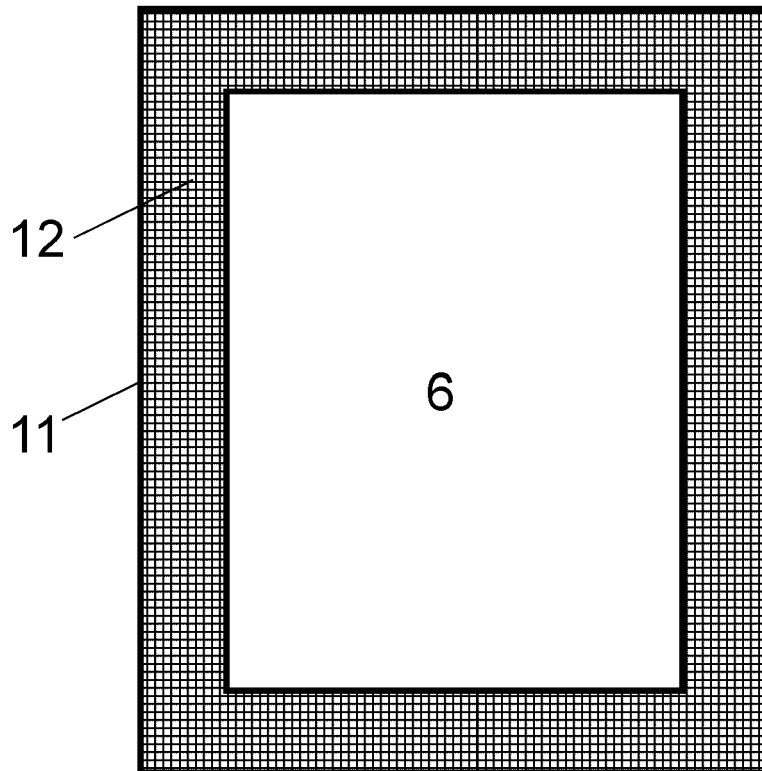


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 17 1754

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	DE 195 25 064 C1 (PAUL JOACHIM DR ING [DE]) 1. August 1996 (1996-08-01) * Spalte 2 - Spalte 3, Zeile 44; Abbildungen 1, 2 *	1-11	INV. F25B25/00
A	EP 3 486 564 A1 (VAILLANT GMBH [DE]) 22. Mai 2019 (2019-05-22) * Absätze [0026] - [0028]; Abbildungen 1, 2 *	1-11	
A,D	EP 3 106 780 A1 (VAILLANT GMBH [DE]) 21. Dezember 2016 (2016-12-21) * Absätze [0020] - [0031]; Abbildung 1 *	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F25B F25D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. August 2020	Prüfer Amous, Moez
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 Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 17 1754

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

24-08-2020

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19525064 C1	01-08-1996	KEINE	
EP 3486564 A1	22-05-2019	DE 102017126947 A1 DK 3486564 T3 EP 3486564 A1	16-05-2019 10-08-2020 22-05-2019
EP 3106780 A1	21-12-2016	DK 3106780 T3 EP 3106780 A1	26-02-2018 21-12-2016

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

- WO 2015032905 A1 [0008] [0009]
- DE PS553295 C [0010]
- DE 102011116863 A1 [0011]
- DE 19525064 C1 [0012]
- EP 3106780 A1 [0013]