

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
27. März 2025 (27.03.2025)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2025/061876 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

F25B 1/00 (2006.01) F25B 47/02 (2006.01)  
F25B 41/30 (2021.01) F25B 49/02 (2006.01)

(72) Erfinder: LANG, Eduard; F. v. Rotsmann-Str. 46c, 35108 Allendorf (DE). KAUTZNER, Lars; Berliner Straße 19, 35102 Lohra (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/076321

(74) Anwalt: MERH-IP MATIAS ERNY REICHL HOFFMANN PATENTANWÄLTE PARTG MBB; Paul-Heyse-Str. 29, 80336 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
19. September 2024 (19.09.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,

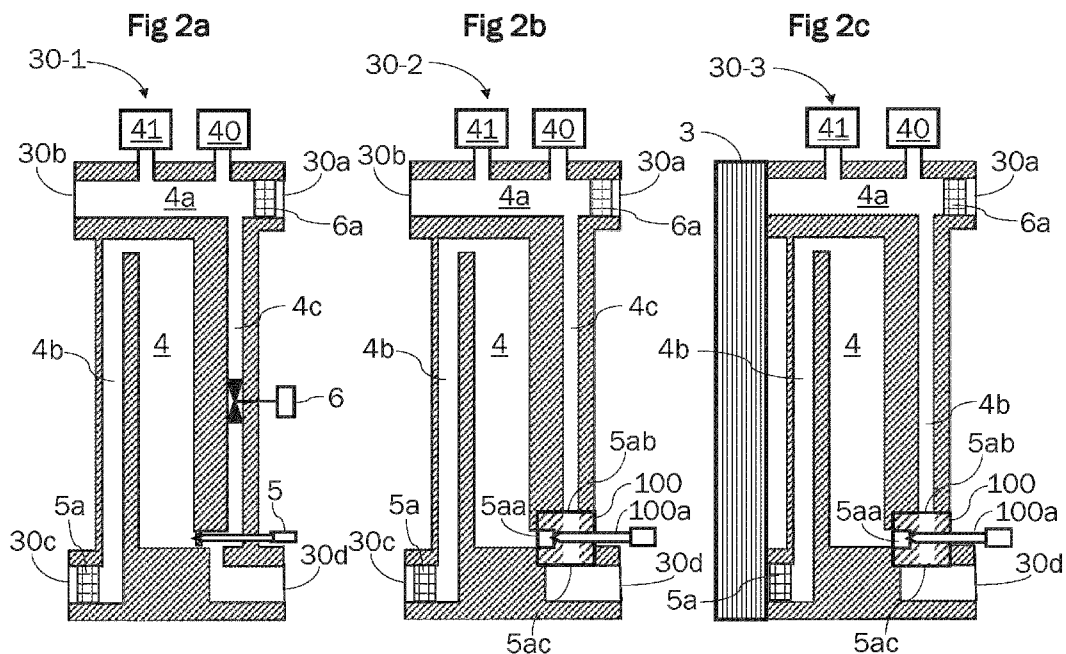
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2023 125 794.3  
22. September 2023 (22.09.2023) DE

(71) Anmelder: VISSMANN CLIMATE SOLUTIONS SE  
[DE/DE]; Viessmannstraße 1, 35108 Allendorf (DE).

(54) Title: EXPANSION UNIT FOR A REFRIGERANT CIRCUIT, HEAT EXCHANGER, AND HEAT PUMP

(54) Bezeichnung: EXPANSIONSEINHEIT FÜR EINEN KÄLTEKREISLAUF, WÄRMETAUSCHER UND WÄRMEPUMPE



(57) Abstract: The invention in particular relates to an expansion unit (30) for a refrigerant circuit of a heat pump, to a heat exchanger (3-1), and to a heat pump. The expansion unit (30) is designed as a functional block for fluidically connecting a compressor (2), a condenser (3), and an evaporator (1) and comprises a first line (4a) with a first inlet (30a) for connection to the refrigerant circuit downstream of the compressor (2) and a first outlet (30b) for connection to the refrigerant circuit upstream of the condenser (3). The expansion unit (30) additionally comprises a second line (4b) with a second inlet (30c) for connection to the refrigerant circuit downstream of the condenser (3) and a second outlet (30d) for connection to the refrigerant circuit upstream of the evaporator (1), an expansion valve (5, 100) which is arranged in the second line (4b), and a third line (4c), by means of which the first inlet (30a) of the



WO 2025/061876 A1

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,  
ZA, ZM, ZW.

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

first line (4a) can be connected to the second outlet (30d) of the second line (4b).

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft insbesondere eine Expansionseinheit (30) für einen Kältekreislauf einer Wärmepumpe, einen Wärmetauscher (3-1) und eine Wärmepumpe. Die Expansionseinheit (30) ist als Funktionsblock zum fluiden Verbinden von Verdichter (2), Kondensator (3) und Verdampfer (1) ausgebildet und umfasst eine erste Leitung (4a) mit einem ersten Eingang (30a) zum Anschließen an den Kältemittelkreislauf stromabwärts des Verdichters (2) und einem ersten Ausgang (30b) zum Anschließen an den Kältemittelkreislauf stromaufwärts des Kondensators (3). Zudem umfasst die Expansionseinheit (30) eine zweite Leitung (4b) mit einem zweiten Eingang (30c) zum Anschließen an den Kältemittelkreislauf stromabwärts des Kondensators (3) und einem zweiten Ausgang (30d) zum Anschließen an den Kältemittelkreislauf stromaufwärts des Verdampfers (1), ein Expansionsventil (5, 100), das in der zweiten Leitung (4b) angeordnet ist, und eine dritte Leitung (4c) mittels derer der erste Eingang (30a) der ersten Leitung (4a) mit dem zweiten Ausgang (30d) der zweiten Leitung (4b) verbindbar ist.

## EXPANSIONSEINHEIT FÜR EINEN KÄLTEKREISLAUF, WÄRMETAUSCHER UND WÄRMEPUMPE

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Expansionseinheit für einen Kältekreislauf einer Wärmepumpe, einen Wärmetauscher und eine Wärmepumpe. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Expansionseinheit für einen Kältemittelkreislauf, eine Recheneinheit und ein Computerprogramm zu dessen Ausführung.

10 Moderne Wärmepumpen zeichnen sich durch ihren hohen Wirkungsgrad aus und können daher unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten besonders attraktiv zum Heizen und/oder Kühlen eines Gebäudes verwendet werden.

Eine gattungsgemäße Wärmepumpe weist einen Kreislauf für ein Kältemittel mit 15 einem Verdampfer, einem Verdichter und einem Kondensator auf, wobei der Verdampfer Wärme z.B. aus der Umgebung aufnimmt, welche im Kondensator auf einem höheren Temperaturniveau an einen Sekundärkreislauf z.B. an einen Heizkreislauf eines Gebäudes abgegeben wird. Das höhere Temperaturniveau wird durch Komprimieren des Kältemittels in dem Verdichter erreicht, so dass nach dem 20 Verdichter das Kältemittel als sogenanntes Heißgas vorliegt. Um einer Vereisung des Verdampfers bei niedrigen Temperaturen entgegenzuwirken, kann der Kältemittelkreislauf zusätzlich eine Bypass-Leitung umfassen, über die dem Verdampfer im Bedarfsfall aus dem Verdichter austretendes Heißgas zugeführt werden kann.

25

DE 10 2005 034 826 B4 zeigt eine Wärmepumpe, die als Hauptkomponenten einen Verdampfer, einen Verdichter, einen Kondensator sowie ein Drosselorgan umfasst, die über Rohrleitungen zu einem Kreislauf verbunden sind. Zwischen dem Verdichter und dem Kondensator zweigt eine Heißgasleitung ab, die in eine 30 Rohrleitung des Kreislaufes eingangsseitig zum Verdampfer mündet. In der Heißgasleitung ist ein Absperrventil angebracht, welches im normalen

Betriebszustand der Wärmepumpe geschlossen ist und in Abhängigkeit von einer Temperatur im Verdampfer geöffnet wird, um eine Abtauung desselben vorzunehmen. Vor und hinter dem Kondensator sind weitere Ventile in den Rohrleitungen angeordnet, die im normalen Betriebszustand geöffnet sind.

5

Es wird deutlich, dass zum Betrieb der in DE 10 2005 034 826 B4 vorgeschlagenen Wärmepumpe eine hohe Anzahl an einzelnen Komponenten und Kältemittelleitungen benötigt werden, welche einen erheblichen Aufwand im Hinblick auf Montage und Wartung der Wärmepumpe nach sich ziehen.

10

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Montage und Wartung einer Wärmepumpe zu vereinfachen und eine Anzahl an benötigten Bauteilen und Kältemittelleitungen zu reduzieren.

15 Diese Aufgabe wird durch die Erfindung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

Es wird eine Expansionseinheit für einen Kältemittelkreislauf, insbesondere für  
20 einen Kältemittelkreislauf einer Wärmepumpe vorgeschlagen, der einen Verdichter, einen Kondensator und einen Verdampfer enthält. Zudem wird ein Wärmetauscher, in dem eine Expansionseinheit integriert ist, und eine Wärmepumpe mit einer Expansionseinheit vorgeschlagen.

25 Die Erfindung ermöglicht einen kompakten Aufbau eines Kältemittelkreislaufs, durch Kombination und Zusammenschluss von mehreren Komponenten und Funktionen in einem Bauteil bzw. einer Bauteilgruppe.

Die Expansionseinheit ist als Funktionsblock zum fluiden Verbinden von Verdichter,  
30 Kondensator und Verdampfer ausgebildet, wobei der Begriff „Funktionsblock“ insbesondere derart verstanden werden soll, dass die nachfolgend beschriebenen,

von der erfindungsgemäßen Expansionseinheit umfassten Elemente in einem einzigen Bauteil oder zumindest in einer einzigen Baugruppe des Kältemittelkreislaufs enthalten/integriert/zusammengefasst sind.

- 5 Die erfindungsgemäße Expansionseinheit umfasst eine erste Leitung mit einem ersten Eingang zum Anschließen an den Kältemittelkreislauf stromabwärts des Verdichters und einem ersten Ausgang zum Anschließen an den Kältemittelkreislauf stromaufwärts des Kondensators. Des Weiteren enthält die Expansionseinheit eine zweite Leitung mit einem zweiten Eingang zum Anschließen an den
- 10 Kältemittelkreislauf stromabwärts des Kondensators und einem zweiten Ausgang zum Anschließen an den Kältemittelkreislauf stromaufwärts des Verdampfers.

Die erste Leitung der Expansionseinheit kann insbesondere einen Ausgang des Verdichters mit einem Eingang des Kondensators verbinden, während die zweite

15 Leitung insbesondere einen Ausgang des Kondensators mit einem Eingang des Verdampfers verbinden kann. In der zweiten Leitung ist ein Expansionsventil angeordnet, das dazu eingerichtet ist, aus dem Kondensator austretendes Kältemittel von einem ersten Druckniveau auf ein zweites Druckniveau abzusenken.

20

An dem ersten Eingang kann somit Heißgas aus dem Verdichter in die erste Leitung der Expansionseinheit eintreten und von dort über den ersten Ausgang zu dem Kondensator strömen. An dem zweiten Eingang kann Kältemittel aus dem Kondensator in die zweite Leitung der Expansionseinheit eintreten und von dort

25 mittels des Expansionsventils entspannt und über den zweiten Ausgang dem Verdampfer zugeführt werden.

Das erste Druckniveau kann dabei im Wesentlichen einem Druck nach dem Verdichter, mit dem das Kältemittel in die Expansionseinheit eintritt, entsprechen.

30 Mittels des Verdichters kann das erste Druckniveau insbesondere derart eingestellt werden, dass eine Verflüssigung des Kältemittels in dem Kondensator bei einer

benötigten Kältemitteltemperatur zur Wärmeabgabe an einen Sekundärkreislauf erfolgen kann. Das zweite Druckniveau kann mittels des Expansionsventils derart eingestellt werden, dass eine Verdampfung des Kältemittels in dem Verdampfer bei einer benötigten Kältemitteltemperatur zur Wärmeaufnahme z.B. aus der Umgebung erfolgen kann. Konkrete Werte für das erste und zweite Druckniveau sind insbesondere abhängig von dem verwendeten Kältemittel.

Das Expansionsventil kann zudem dazu eingerichtet sein, eine in einem aktuellen Betriebspunkt der Wärmepumpe benötigte Menge an zu verdampfendem Kältemittel in dem Verdampfer bereitzustellen. Insbesondere kann mittels des Expansionsventils eine Überhitzung des Kältemittels nach dem Verdampfer sichergestellt und damit verhindert werden, dass flüssiges Kältemittel in den Verdichter gelangt. Bei dem Expansionsventil kann es sich um ein thermostatisches oder um ein elektronisches Expansionsventil handeln. Letzteres kann beispielsweise mittels einer Recheneinheit, die insbesondere eine Steuerung der Wärmepumpe sein kann, in Abhängigkeit von einem Druck und einer Temperatur des Kältemittels nach dem Verdampfer angesteuert werden.

Der erste Ausgang der ersten Leitung und der zweite Eingang der zweiten Leitung können insbesondere auf einer ersten Seite der Expansionseinheit angeordnet sein, die im montierten Zustand dem Kondensator zugewandt ist. Der erste Eingang der ersten Leitung und der zweite Ausgang der zweiten Leitung können auf einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite der Expansionseinheit angeordnet sein, die im montierten Zustand von dem Kondensator abgewandt ist. Insbesondere kann der erste Ausgang und der zweite Eingang der Expansionseinheit mit dem Kondensator verbindbar, d.h. direkt an diesen anschließbar sein. Auf diese Weise können Leitungsführungen zwischen der Expansionseinheit und dem Kondensator vermieden und ein kompakter Aufbau des Kältemittelkreislaufs realisiert werden.

Die Expansionseinheit weist zudem eine dritte Leitung auf, mittels derer der erste Eingang der ersten Leitung mit dem zweiten Ausgang der zweiten Leitung

verbindbar ist. Somit kann durch die dritte Leitung in der Expansionseinheit Heißgas aus dem Verdichter direkt zu dem Verdampfer geleitet werden, z.B. um einen Abtauprozess im Falle einer Vereisung des Verdampfers durchzuführen. Um dem Verdampfer mittels der dritten Leitung nur im Bedarfsfall Heißgas zuzuführen, kann diese ein Absperrorgan enthalten. Dabei kann es sich um ein mechanisch oder elektrisch/elektronisch betätigbares Absperrorgan handeln. Alternativ kann das Expansionsventil dazu eingerichtet sein, als Absperrorgan zu dienen.

Die Leitungen der Expansionseinheit (erste, zweite und dritte Leitung) können beispielsweise als starre Leitungen, z.B. als Rohrleitungen, ausgeführt sein, wobei die erste und die zweite Leitung über die dritte Leitung derart miteinander verbunden sind, dass die drei Leitungen mitsamt des Expansionsventils und eines optionalen Absperrorgans eine Einheit bilden. Die Leitungen können einen runden oder einen eckigen Strömungsquerschnitt und eine beliebige äußere Form aufweisen. Insbesondere können die erste, zweite und dritte Leitung einstückig ausgebildet sein. Dazu können diese beispielsweise aus einem Rohteil gefertigt oder als Gussteil ausgebildet sein.

An den Ein- und Ausgängen der ersten und zweiten Leitung können beispielsweise Schraubverbindungen angebracht sein, um die Expansionseinheit an den Verdichter, den Kondensator und den Verdampfer anschließen zu können. Andere geeignete Anschlussverbindungen sind ebenso möglich. Sofern die Leitungen nicht einstückig ausgeführt sind, kann die dritte Leitung an die erste und zweite Leitung angeschweißt oder ebenfalls mittels Schraubverbindungen mit diesen verbunden sein.

Die Expansionseinheit ermöglicht somit, mehrere in einem Kältemittelkreislauf benötigte Funktionen und Komponenten in einer Einheit zusammenzufassen. Insbesondere stellt die Expansionseinheit eine kompakte Verbindung zwischen dem Verdichter und dem Verdampfer dar, die im regulären Betrieb der Wärmepumpe den Kondensator mit einschließt, und im Bedarfsfall eine Umgehung des Kondensators

ermöglicht. Mit Ausnahme einer Verbindungsleitung von dem Verdichter zu der Expansionseinheit enthält diese alle mit dem zweiten Druckniveau beaufschlagten Leitungen. Dadurch reduzieren sich die Anforderungen an die Druckfestigkeit des Kältemittelkreislaufs im Wesentlichen auf die Expansionseinheit, wodurch eine effiziente und kostenoptimierte Auslegung des Kältemittelkreislaufs möglich wird.

Gemäß einer Ausführungsform kann in der dritten Leitung ein Bypass-Ventil als Absperrorgan angeordnet sein, das dazu eingerichtet ist, einen Kältemittel-durchfluss durch die dritte Leitung zu steuern. Das Bypass-Ventil kann beispielsweise ein Magnetventil sein, das z.B. abhängig von einer Zustandsgröße des Verdampfers betätigt werden kann, um einen Abtauprozess des Verdampfers durchzuführen. Beispielsweise kann die Zustandsgröße eine Umgebungstemperatur sein, die mit einem Temperaturelement gemessen werden kann. Alternativ oder zusätzlich kann eine Temperatur des Kältemittels am Eingang des Verdampfers gemessen werden. Insbesondere kann ein Abtauprozess in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur und der Temperatur des Kältemittels am Eingang des Verdampfers eingeleitet werden, wobei zusätzlich eine Drehzahl des Verdichters berücksichtigt werden kann. Dazu können vorbestimmte Werte der Temperatur des Kältemittels am Eingang des Verdampfers und der Umgebungstemperatur abhängig von der Verdichterdrehzahl in einem Kennfeld gespeichert sein, und es kann mittels dieses Kennfelds bestimmt werden, ob ein Abtauprozess notwendig ist.

Dabei kann das Bypass-Ventil insbesondere mittels einer Recheneinheit, welche die Wärmepumpensteuerung sein kann, betätigt/angesteuert werden. Das Bypass-Ventil kann als 2/2-Wegeventil ausgeführt sein, um einen Querschnitt der dritten Leitung vollständig zu öffnen und oder zu schließen. Alternativ kann ein Proportional- oder Servoventil als Bypass-Ventil eingesetzt werden, um einen Heißgasvolumenstrom durch die dritte Leitung kontinuierlich verstellen zu können.

Alternativ kann das Expansionsventil an dem zweiten Ausgang angeordnet sein, und zusätzlich dazu eingerichtet sein, einen Kältemitteldurchfluss durch die dritte Leitung zu steuern. Mit anderen Worten kann das Expansionsventil in diesem Fall nicht nur zum Entspannen von aus dem Kondensator austretendem Kältemittel dienen, sondern im Bedarfsfall zusätzlich den Heißgasstrom vom Verdichter zum Verdampfer leiten. Durch die Anordnung des Expansionsventils an dem zweiten Ausgang der Expansionseinheit ist dieses sowohl an die zweite Leitung, welche den Kondensator mit dem Verdampfer verbindet, als auch mit der dritten Leitung, welche den Verdichter mit dem Verdampfer verbindet, angebunden und dadurch mittels eines geeigneten Verstellelements als kombiniertes Expansions- und Bypass-Ventil (Kombi-Ventil) einsetzbar.

Dazu kann das Kombi-Ventil zwei Kältemittleingänge umfassen, von denen ein erster an die zweite Leitung der Expansionseinheit und ein zweiter an die dritte Leitung der Expansionseinheit anschließbar ist. Zudem kann das Kombi-Ventil einen Kältemittelausgang aufweisen, der an den zweiten Ausgang der Expansionseinheit anschließbar ist bzw. in diesen mündet. Die beiden Kältemittleingänge und der Kältemittelauslass des Kombi-Ventils können in einem Ventilgehäuse angebracht sein, das in/an der Expansionseinheit montiert werden kann. Des Weiteren kann das Kombi-Ventil ein Verstellelement enthalten, das in einer ersten Stellung den ersten Kältemittleingang mit den Kältemittelausgang und in einer zweiten Stellung den zweiten Kältemittleingang mit dem Kältemittelausgang verbindet. Das Verstellelement kann dazu eingerichtet sein, sowohl als Drosselement als auch als Absperr- und Durchflusssteuerelement zu dienen. Um eine Drosselung auszuführen kann das Verstellelement beispielsweise eine Ventalnadel enthalten, die in Verbindung mit einem entsprechenden Ventilsitz einen Ventilspalt ausbilden kann, über den zu verdampfendes Kältemittel dosiert und an dem zweiten Ausgang der Expansionseinheit bereitgestellt werden kann. Zudem kann das Verstellelement z.B. eine Aussparung umfassen mittels derer eine Öffnung in der dritten Leitung der Expansionseinheit freigegeben werden kann. Die Aussparung kann dabei derart an dem Verstellelement angebracht sein, dass die

5 dritte Leitung verschlossen ist, wenn das Kombi-Ventil als Expansionsventil betrieben wird. Das Kombi-Ventil kann ebenfalls als Magnetventil ausgeführt sein, um die Drosselung zur Expansion einer benötigten Kältemittelmenge gezielt in Abhängigkeit von Druck und Temperatur des Kältemittels nach dem Verdampfer  
10 einstellen zu können. Zusätzlich kann das Kombi-Ventil in seiner Funktion als Bypass-Ventil abhängig von der Zustandsgröße des Verdampfers, z.B. der Umgebungstemperatur und/oder der Temperatur des Kältemittels vor dem Verdampfer, derart verstellt werden, dass die dritte Leitung geöffnet wird, so dass Heißgas zum Abtauen des Verdampfers zu diesem geleitet wird. Mittels des Kombi-  
15 Ventils kann dabei ein Querschnitt der dritten Leitung vollständig oder nur teilweise geöffnet werden. Im letzteren Fall kann das Kombi-Ventil den Öffnungsquerschnitt insbesondere kontinuierlich verstellen, um den Heißgasvolumenstrom bedarfsgerecht steuern zu können.

15 Gemäß einer Ausführungsform kann die Expansionseinheit ferner einen Kältemittelsammler umfassen, der zwischen dem zweiten Eingang und dem Expansionsventil angeordnet ist. Der Kältemittelsammler kann somit in der zweiten Leitung des Expansionsventils angeordnet, insbesondere in diese integriert, sein. Dazu kann der Sammler einstückig mit der zweiten Leitung ausgeführt sein.  
20 Insbesondere können alle Leitungen der Expansionseinheit gemeinsam mit dem Sammler einstückig ausgeführt sein. Es ist jedoch ebenso möglich, dass die Leitungen der Expansionseinheit separat bzw. als separate Einheit ausgeführt und an oder in dem Kältemittelsammler angebracht sind. In dem Kältemittelsammler kann bei variierenden Randbedingungen des Kältemittelkreislaufs nicht benötigtes  
25 Kältemittel gespeichert und bei Bedarf wieder freigegeben werden.

Gemäß einer Ausführungsform können ein oder mehrere Sensoren und/oder ein oder mehrere Aktoren in der ersten Leitung der Expansionseinheit anbringbar sein. Insbesondere können in der ersten Leitung, welche den Verdichter mit dem  
30 Kondensator verbindet, mindestens ein Drucksensor und/oder mindestens ein Temperatursensor anbringbar sein, mit dem ein Kondensationsdruck und/oder eine

Kondensationstemperatur überwacht werden können. Des Weiteren kann ein Sicherheitshochdruckschalter in der ersten Leitung anbringbar sein, der einen Antrieb des Verdichters bei unzulässig hohem Druck vor dem Kondensator abschaltet. Zur Anbringung der einzelnen Sensoren/Aktoren kann die erste Leitung  
5 über entsprechende Anschlussmöglichkeiten z.B. Einschraubgewinde, Adapter etc. verfügen. Alternativ oder zusätzlich können die ein oder mehreren Sensoren/Aktoren in der dritten Leitung der Expansionseinheit anbringbar sein. Auf diese Weise können alle im Hochdruckbereich des Kältemittelkreislaufs benötigten Sensoren/Aktoren zentral angeordnet werden, wodurch die Montage des  
10 Kältemittelkreislaufs vereinfacht werden kann.

Gemäß einer Ausführungsform kann die Expansionseinheit ferner ein Gehäuse umfassen, in dem die erste, zweite und dritte Leitung integriert sind. Das in der zweiten Leitung enthaltene Expansionsventil sowie das Bypass-Ventil bzw. das  
15 Kombi-Ventil können ebenfalls, zumindest teilweise, in dem Gehäuse enthalten sein. Beispielsweise können elektrische Anschlüsse der Ventile an einer Außenseite des Gehäuses angebracht sein, während die mechanischen/hydraulischen Komponenten in dem Gehäuse bzw. in den Leitungen angeordnet sein können. Das Gehäuse kann die Leitungen umschließen und/oder das Gehäuse und die  
20 Leitungen können einstückig ausgebildet sein.

Dabei kann der Kältemittelsammler ebenfalls in dem Gehäuse integriert sein. Beispielsweise kann die Expansionseinheit als Block aufgebaut sein, in dessen Innerem die einzelnen Leitungen und der Kältemittelspeicher angebracht sind.  
25 Alternativ können die erste, zweite und dritte Leitung innerhalb des Kältemittelspeichers verlaufen und dieser damit gleichzeitig als Gehäuse dienen.

Ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher enthält einen Kondensator sowie eine Expansionseinheit mit den oben beschriebenen Merkmalen. Die Expansionseinheit  
30 kann insbesondere in den Wärmetauscher integriert sein, d.h. die Expansionseinheit und der Kondensator können als ein gemeinsames Bauteil

ausgeführt sein. Der Wärmetauscher kann insbesondere als Plattenwärmetauscher ausgeführt sein, und die Expansionseinheit kann zwischen einzelnen Platten des Wärmetauschers angeordnet bzw. in diese integriert sein.

- 5 Gemäß einer Ausführungsform kann eine dritte Leitung der Expansionseinheit, mittels deren ein erster Eingang und ein zweiter Ausgang der Expansionseinheit verbindbar sind, in einem Wärmeübertragungselement des Wärmetauschers angebracht sein. Im Falle eines Plattenwärmetauschers kann die dritte Leitung beispielsweise in einer oder in mehreren von dessen Platten eingebracht sein.

10

Eine erfindungsgemäße Wärmepumpe enthält einen Kältemittelkreislauf mit einem Verdichter, einem Kondensator, einem Verdampfer und eine Expansionseinheit mit den oben beschriebenen Merkmalen. Insbesondere kann die Wärmepumpe einen Wärmetauscher umfassen, in den der Kondensator und die Expansionseinheit wie  
15 oben beschrieben integriert sind. Mit anderen Worten können der Kondensator und die Expansionseinheit der Wärmepumpe als gemeinsames Bauteil ausgeführt sein.

Des Weiteren wird ein Verfahren zum Betreiben einer Expansionseinheit für einen Kältemittelkreislauf mit den oben beschriebenen Merkmalen, eine Recheneinheit  
20 und ein Computerprogramm zur Ausführung des Verfahrens vorgeschlagen. Der Kältemittelkreislauf enthält einen Verdichter, einen Kondensator und einen Verdampfer und ist insbesondere in einer Wärmepumpe enthalten.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Expansionseinheit zunächst in  
25 einem ersten Betriebsmodus betrieben, in dem ein Kältemittel über eine erste Leitung der Expansionseinheit von dem Verdichter zu dem Kondensator sowie durch den Kondensator geleitet wird, und über ein Expansionsventil in einer zweiten Leitung der Expansionseinheit dem Verdampfer zugeführt wird. Der erste Betriebsmodus stellt somit einen regulären Betrieb der Wärmepumpe dar, in dem  
30 diese gemäß ihrem Einsatzzweck über den Verdampfer Wärme aufnimmt und die

aufgenommene Wärme über den Kondensator an einen Sekundärkreislauf, z.B. einen Heizkreislauf eines Gebäudes abgibt.

5 Dabei wird ein Wert einer Zustandsgröße des Verdampfers ermittelt, anhand dessen festgestellt werden kann, ob der Verdampfer vereist ist und ein Abtauprozess eingeleitet werden muss. Beispielsweise kann die Zustandsgröße eine Umgebungstemperatur sein, die mit einem Temperaturelement gemessen werden kann. Alternativ oder zusätzlich kann eine Temperatur des Kältemittels am Eingang des Verdampfers mit einem weiteren Temperaturelement gemessen werden.

10 Insbesondere kann ein Abtauprozess in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur und der Temperatur des Kältemittels am Eingang des Verdampfers eingeleitet werden.

Der Wert der Zustandsgröße kann kontinuierlich oder in vorbestimmten  
15 Zeitabständen ermittelt werden. Insbesondere kann der Wert der Zustandsgröße unter vorbestimmten Randbedingungen, z.B. in einem konstanten Betriebspunkt der Wärmepumpe bestimmt werden. Dazu kann zusätzlich eine Drehzahl des Verdichters berücksichtigt werden.

20 Wenn der ermittelte Wert der Zustandsgröße(n) des Verdampfers innerhalb eines vorbestimmten Wertebereichs liegt, so wird der erste Betriebsmodus der Expansionseinheit beibehalten. Insbesondere kann die Wärmepumpe in diesem Fall weiter regulär betrieben werden und es ist kein Abtauprozess erforderlich. Der vorbestimmte Bereich kann bei Verwendung der Umgebungstemperatur als  
25 Zustandsgröße beispielsweise oberhalb von 5°C bis 8°C liegen. Insbesondere können vorbestimmte Werte der Temperatur des Kältemittels am Eingang des Verdampfers und der Umgebungstemperatur abhängig von der Verdichterdrehzahl in einem Kennfeld gespeichert sein, und es kann mittels dieses Kennfelds bestimmt werden, ob ein Abtauprozess notwendig ist.

- Wenn der Wert der Zustandsgröße(n) des Verdampfers außerhalb des vorbestimmten Wertebereichs liegt, wird die Expansionseinheit in einem zweiten Betriebsmodus betrieben. Insbesondere wird die Expansionseinheit durch Öffnen einer dritten Leitung in den zweiten Betriebsmodus umgeschaltet, in dem
- 5 zumindest ein Teil des Kältemittels von dem Verdichter zu dem Verdampfer geleitet wird. Insbesondere kann die dritte Leitung geöffnet werden, wenn ermittelt wird, dass der Wert der Zustandsgröße den vorbestimmten Bereich verlässt. Auf diese Weise kann einer Vereisung des Verdampfers entgegengewirkt werden.
- 10 Eine erfindungsgemäße Recheneinheit umfasst einen Prozessor, der so konfiguriert ist, dass er ein Verfahren mit den oben beschriebenen Merkmalen ausführt. Bei der Recheneinheit kann es sich insbesondere um eine Steuerung einer Wärmepumpe handeln. Ein erfindungsgemäßes Verfahren ist zudem als Computerprogramm mit Programmcode zur Durchführung aller Verfahrensschritte ausgeführt, so dass
- 15 dieses z.B. in eine vorhandene Steuerung einer Wärmepumpe implementiert werden kann.

## KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

**Figur 1a** zeigt schematisch einen Kältemittelkreislauf einer nicht  
5 erfindungsgemäßen Wärmepumpe; und

**Figur 1b** zeigt schematisch einen Kältemittelkreislauf einer Wärmepumpe gemäß  
einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

10 **Figuren 2a bis 2c** zeigen schematisch jeweils eine Expansionseinheit gemäß einem  
Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Schnittdarstellung.

**Figuren 3a und 3b** zeigen jeweils eine Expansionseinheit gemäß einem weiteren  
Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer räumlichen Darstellung.

15

**Figuren 4a bis 4c** zeigen die in Figur 3a dargestellte Expansionseinheit in einer  
Draufsicht und in zwei unterschiedlichen Schnittdarstellungen.

**Figuren 5a bis 5d** zeigen die in Figur 3b dargestellte Expansionseinheit in einer  
20 Draufsicht und in drei unterschiedlichen Schnittdarstellungen.

**Figur 6** zeigt schematisch einen Plattenwärmetauscher in einer  
Explosionsdarstellung, in den eine Expansionseinheit gemäß einem  
Ausführungsbeispiel der Erfindung integriert werden kann.

25

**Figur 7a und 7b** zeigen ein Modul einer Wärmepumpe, in den eine Expansions-  
einheit gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung integriert werden kann.

### Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand  
5 beispielhafter Figuren detailliert beschrieben. Die Merkmale der  
Ausführungsbeispiele sind im Ganzen oder teilweise kombinierbar und die  
vorliegende Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele  
beschränkt. In den Figuren sind gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen  
10 versehen, so dass auf eine wiederholte Beschreibung der Elemente verzichtet wird,  
sofern dies nicht notwendig ist.

Figur 1a zeigt schematisch einen Kältemittelkreislauf einer nicht  
erfindungsgemäßen Wärmepumpe. Der Kältemittelkreislauf enthält einen  
15 Verdichter 2, der von einem Motor 2a, z.B. einem Elektromotor 2a, angetrieben wird,  
einen Kondensator 3, einen Kältemittelsammler 4, ein Expansionsventil 5, einen  
Verdampfer 1 und ein Bypass-Ventil 6, das zwischen dem Verdichter 2 und dem  
Verdampfer 1 angeordnet ist. Die einzelnen Komponenten des Kältemittelkreislaufs  
sind mit nicht näher bezeichneten Kältemittelleitungen verbunden, die durch Pfeile  
angedeutet sind, welche eine Strömungsrichtung markieren.

20

Vor dem Expansionsventil 5 und dem Bypass-Ventil 6 ist jeweils ein Filter 5a, 6a  
angebracht, der die Ventile vor etwaigen Partikeln schützt. Des Weiteren ist vor dem  
Verdichter 2 ein erster Druck- und Temperatursensor 42 und nach dem Verdichter  
ein zweiter Drucksensor 41 sowie ein Sicherheitshoch-druckschalter 40  
25 angeordnet. Der erste Druck- und Temperatursensor 42 ist signaltechnisch mit dem  
Expansionsventil 5 verbunden und der Sicherheitshoch-druckschalter 40 ist  
signaltechnisch mit dem Verdichtermotor 2a verbunden (angedeutet durch die  
dünnen gestrichelten Linien zwischen diesen Elementen). Anstelle von  
kombinierten Druck- und Temperatursensoren können auch separate Sensoren zur  
30 Messung von Druck und Temperatur verwendet werden.

In einem regulären Betrieb der Wärmepumpe strömt gasförmiges Kältemittel, das in dem Verdampfer 1 Wärme z.B. aus einer Umgebung aufgenommen hat, von dem Verdampfer 1 zu dem Kompressor 2. Dort wird das Kältemittel verdichtet und strömt als Heißgas aus dem Verdichter 2 in den Kondensator 3.

5

Die Temperatur und der Druck des aus dem Verdichter 2 strömenden Heißgases können mittels des zweiten Drucksensors 41 gemessen werden. Steigt der Druck nach dem Verdichter 2 auf einen unzulässig hohen Wert an, so kann der Verdichtermotor 2a mittels des Sicherheitshochdruckschalters 40 abgeschaltet werden.

10

In dem Kondensator 3 wird das Kältemittel verflüssigt und gibt dabei die im Verdampfer 1 aufgenommene Wärme z.B. an einen Heizkreislauf ab (siehe Pfeile VL, RL die einen Vorlauf und einen Rücklauf z.B. eines Heizkreislaufs andeuten).

15 Das kondensierte Kältemittel gelangt dann von dem Kondensator in den Kältemittelsammler 4 und von dort über den Filter 5a zu dem Expansionsventil 5.

Mittels des Expansionsventils 5 kann das Kältemittel auf einen Ausgangsdruck entspannt werden, so dass es im Verdampfer 1 wieder in einen gasförmigen Zustand übergehen und dabei Wärme aufnehmen kann. Um dem Verdampfer in jedem Betriebspunkt der Wärmepumpe eine geeignete Menge an Kältemittel zuzuführen, kann das Expansionsventil 5 ein Signal des ersten Druck- und Temperatursensors 42 empfangen und die in den Verdampfer einzubringende Kältemittelmenge entsprechend dem gemessenen Druck und der gemessenen

25 Temperatur vor dem Verdichter 2 anpassen.

Das Bypass-Ventil 6 mit dem vorgeschalteten Filter 6a ist zwischen einem Ausgang des Verdichters 2 und einem Eingang des Verdampfers 1 angeordnet. Dieses kann dazu genutzt werden, bei einer Vereisung des Verdampfers, Heißgas von dem Verdichter 2 direkt in den Verdampfer 1 zu leiten und diesen auf diese Weise abzutauen.

30

Figur 1b zeigt schematisch einen Kältemittelkreislauf einer Wärmepumpe gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, der sich von dem in Figur 1a gezeigten Kältemittelkreislauf dadurch unterscheidet, dass er eine Expansionseinheit 30 umfasst, die alle Funktionen der in Figur 1a gestrichelt umrandeten Komponenten 4, 5, 5a, 6, 6a, 40, 41 beinhaltet. Mit anderen Worten sind alle Komponenten mit Ausnahme des Verdampfers, des Verdichters und des Kondensators in der Expansionseinheit enthalten. Dadurch umfasst der Kältemittelkreislauf nur noch vier zentrale Komponenten, wodurch dessen Montage und Wartung deutlich erleichtert wird.

Detaillierte Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Expansionseinheit sind in den Figuren 2a bis 6 dargestellt und werden im Zusammenhang mit diesen Figuren näher erläutert.

15

Die Figuren 2a bis 2c zeigen schematisch jeweils eine Expansionseinheit 30-1 bis 30-3 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Schnittdarstellung.

In Figur 2a ist ein Beispiel für eine Expansionseinheit 30-1 zur Verwendung in dem in Figur 1b dargestellten Kältemittelkreislauf gezeigt, die im Wesentlichen einstückig ausgebildet ist. Die Expansionseinheit 30-1 umfasst eine erste Leitung 4a mit einem ersten Eingang 30a und einem ersten Ausgang 30b. Der erste Eingang 30a kann an einen Ausgang des Verdichters 2 und der erste Ausgang 30b an einen Eingang des Kondensator 3 angeschlossen werden (siehe Fig. 1b). Hinter dem ersten Eingang 30a ist der Filter 6a angeordnet, der einen Eintritt von Partikeln und Feuchtigkeit aus dem Verdichter 2 in die Expansionseinheit verhindert. In der ersten Leitung sind der zweite Drucksensor 41 und der Hochdrucksicherheitsschalter 40 zur Überwachung des Hochdruckbereichs des Kältemittelkreislaufs angebracht. Die gezeigte Expansionseinheit 30-1 enthält außerdem eine zweite Leitung 4b mit einem zweiten Eingang 30c und einem zweiten Ausgang 30d. Der zweite Eingang 30c kann an einen Ausgang des Kondensators 3 und der zweite Ausgang kann an

25  
30

einen Eingang des Verdampfers 1 angeschlossen werden (siehe Fig. 1b). Hinter dem zweiten Eingang 30c ist der Filter 5a angeordnet, der einen Eintritt von Partikeln und Feuchtigkeit aus dem Kondensator 3 verhindert. In die zweite Leitung 4b ist der Kältemittelsammler 4 derart integriert, dass mittels Schwerkraft eine Phasentrennung stattfinden kann und flüssiges Kältemittel am Ausgang des Kältemittelsammlers 4 vorhanden ist. Dort ist das Expansionsventil 5 angeordnet, mit dem das Kältemittel über den zweiten Ausgang 30d dem Verdampfer 1 zugeführt werden kann. Bei dem Expansionsventil 5 kann es sich um ein thermostatisches oder um ein elektronisches Expansionsventil handeln. Letzteres kann beispielsweise mittels einer Recheneinheit (nicht dargestellt), die insbesondere eine Steuerung der Wärmepumpe sein kann, in Abhängigkeit von einem Druck und einer Temperatur des Kältemittels nach dem Verdampfer 1 angesteuert werden.

Zwischen dem ersten Eingang 30a und dem zweiten Ausgang 30d ist eine dritte Leitung 4c angebracht, über die Heißgas direkt von dem Verdichter 2 zu dem Verdampfer strömen kann, um diesen im Bedarfsfall abzutauen. In der dritten Leitung 4c ist das Bypass-Ventil 6 angeordnet, mit dem die Heißgasmenge durch die dritte Leitung gesteuert werden kann. Das Bypass-Ventil kann beispielsweise ein Magnetventil sein, dass z.B. abhängig von einer Zustandsgröße des Verdampfers 1 betätigt werden kann, um einen Abtauprozess des Verdampfers 1 durchzuführen. Beispielsweise kann die Zustandsgröße eine Temperatur des Kältemittels am Eingang des Verdampfers 1 sein, die mit einem Temperatursensor an dieser Stelle gemessen werden kann. Insbesondere kann mit einem weiteren Temperatursensor (nicht dargestellt) zusätzlich eine Umgebungstemperatur gemessen werden und basierend auf beiden Temperaturwerten auf eine Vereisung geschlossen werden. Dabei kann außerdem eine Drehzahl des Verdichters 2 berücksichtigt werden.

In einem ersten Betriebsmodus der Wärmepumpe, in dem diese sich im regulären Betrieb befindet, verschließt das Bypass-Ventil 6 die dritte Leitung 4c und aus dem Kältemittelsammler 4 austretendes flüssiges Kältemittel wird über das Expansionsventil 5 und den zweiten Ausgang 30d dosiert dem Verdampfer  
5 zugeführt. Wenn beispielsweise der Umgebungstemperatursensor eine Temperatur unterhalb eines vorbestimmten Werts, z.B. unterhalb von 5 °C bis 8 °C detektiert, so kann das Expansionsventil 5 geschlossen und stattdessen das Bypass-Ventil 6 geöffnet werden (zweiter Betriebsmodus). Dadurch gelangt Heißgas direkt vom Verdichter 2 zu dem Verdampfer 1, mit dem einer Vereisung des Verdampfers 2  
10 entgegengewirkt werden kann.

Es wird deutlich, dass die in Figur 2a gezeigte exemplarische Expansionseinheit 30-1 eine Vielzahl an Komponenten und Funktionen eines Kältemittelkreislaufs in einem Bauteil vereint und somit einen kompakten Aufbau desselben ermöglicht.  
15

Die in Figur 2b gezeigte exemplarische Expansionseinheit 30-2 unterscheidet sich von der in Figur 2a gezeigten lediglich durch die Verwendung eines Kombi-Ventils 100, das die Funktionen des Expansionsventils 5 und des Bypass-Ventils 6 übernimmt.  
20

Dazu ist das Kombi-Ventil 100 an dem zweiten Ausgang 30d angeordnet und grenzt mit einem ersten Kältemittleingang 5aa an den Kältemittelsammler 4 und mit einem zweiten Kältemittleingang 5ab an die dritte Leitung an. Zudem umfasst das Kombi-Ventil 100 einen Kältemittelausgang 5ac, der in den zweiten Ausgang 30d  
25 der Expansionseinheit mündet. Das Verstellelement 100a des Kombi-Ventils 100 ist derart ausgeführt, dass es in einer ersten Stellung die Leitung 4c verschließt und mittels eines geringen Hubes einen Ventilsplatt zu dem Kältemittelsammler 4 öffnet (nicht im Detail dargestellt). In diesem Ventilsplatt wird das Kältemittel stark gedrosselt, so dass das Kombi-Ventil in diesem Fall als Expansionsventil fungiert.  
30 Die Höhe des Ventilsplatts kann dabei variiert werden, um abhängig vom Betriebspunkt der Wärmepumpe eine benötigte Menge an zu verdampfendem

Kältemittel bereitzustellen. In einer zweiten Stellung des Verstellelements 100a kann dieses die dritte Leitung 4c freigeben, so dass Heißgas durch das Kombi-Ventil 100 und den zweiten Ausgang 30d zu dem Verdampfer 1 fließen kann. Dazu kann das Verstellelement 100a z.B. eine Aussparung umfassen (nicht dargestellt) mittels derer eine Öffnung in der dritten Leitung 4c der Expansionseinheit 30-2 freigegeben werden kann.

Das Kombi-Ventil 100 kann z.B. als Magnetventil ausgeführt sein, um die Drosselung zur Expansion einer benötigten Kältemittelmenge gezielt in Abhängigkeit von Druck und Temperatur des Kältemittels bei dessen Verdampfung einstellen zu können. Zusätzlich kann das Kombi-Ventil 100 in seiner Funktion als Bypass-Ventil mittels des Elektromagneten z.B. abhängig von der Temperatur des Kältemittels am Eingang des Verdampfers 1 und/oder der Umgebungstemperatur derart verstellt werden, dass die dritte Leitung 4c geöffnet und ein zum Abtauen des Verdampfers 1 benötigter Heißgasvolumenstrom zu diesem geleitet wird.

Die in Figur 2c dargestellte Expansionseinheit 30-3 entspricht im Wesentlichen der in Figur 2b gezeigten, wobei in diesem Fall der Kondensator 3 direkt mit der Expansionseinheit 30-3 verbunden ist. Auf diese Weise können Leitungsführungen zwischen der Expansionseinheit 30-d und dem Kondensator 3 vermieden und der Kältemittelkreislauf noch kompakter gestaltet werden.

Die Figuren 3a und 3b zeigen jeweils eine Expansionseinheit 30-4, 30-5 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer räumlichen Darstellung, die an einen Kondensator 3 angeschlossen ist.

Bei der in Figur 3a dargestellten Expansionseinheit 30-4 sind die erste Leitung 4a und die zweite Leitung 4b als Rohrleitungen ausgeführt. Die erste Leitung 4a umfasst den ersten Eingang 30a, der an den Verdichter 2 anschließbar ist, und den ersten Ausgang 30b, der direkt mit einem nicht näher bezeichneten Eingang des Kondensators 3 verbunden ist, welcher an dessen oberem Ende angeordnet ist.

Die zweite Leitung 4b umfasst den Eingang 30c, der direkt mit einem nicht näher bezeichneten Ausgang des Kondensators 3 verbunden ist, der an dessen unterem Ende angeordnet ist, und den zweiten Ausgang 30d, der an den Verdampfer 1  
5 anschließbar ist. An die zweite Leitung 4b schließt der Kältemittelsammler 4 an, in dessen Innerem die dritte Leitung 4c angeordnet ist, mittels derer der erste Eingang 30a mit dem zweiten Ausgang 30d verbunden werden kann (siehe Fig. 4b). An einem oberen Ende des Kältemittelsammlers sind zwei Einschraubstellen 40a, 41a für den Sicherheitshochdruckschalter 40 und den zweiten Drucksensor 41 sichtbar.  
10 Diese sind in einer Stichleitung im Inneren des Kältemittelsammlers 4 angebracht, die mit der dritten Leitung 4c verbunden ist (siehe Figur 4b). An einem unteren Ende des Kältemittelsammlers 4 ist das Expansionsventil 5 und in der dritten Leitung 4c im Inneren des Kältemittelsammlers 4 ist das Bypass-Ventil 6 angebracht.

15 Die in Figur 3b dargestellte Expansionseinheit 30-5 unterscheidet sich von der in Figur 3b gezeigten dadurch, dass die dritte Leitung außerhalb des Kältemittelsammlers 4, zwischen dem an der erste Leitung 4a angebrachten Anschluss 4ca und dem an der zweiten Leitung angebrachten Anschluss 4cb vorgesehen ist. Zudem sind der Sicherheitshochdruckschalter 40 und der zweite  
20 Drucksensor 41 an die erste Leitung 4a angeschlossen und es ist ein Expansionsventil 5 an dem zweiten Ausgang 3d der Expansionseinheit 30-4 angeordnet. Das Expansionsventil 5 ist mit einer ersten Leitung 5aa als ersten Kältemittleingang an den Kältemittelsammler 4 und mit einer zweiten Leitung 5ab als zweiten Kältemittleingang an den Anschluss 4cb der dritten Leitung  
25 angebunden.

Die Figuren 4a bis 4c zeigen die in Figur 3a dargestellte Expansionseinheit 30-4 in einer Draufsicht und in zwei unterschiedlichen Schnittdarstellungen.

30 Figur 4a zeigt eine Draufsicht der Expansionseinheit 30-4, in der die beiden in den Figuren 4b und 4c dargestellten Schnittebenen A-A und B-B markiert sind. Die

Schnittebene A-A verläuft durch einen Mittelpunkt des Kältemittelsammlers 4 und schneidet die dritte Leitung 4c, die im Inneren des Kältemittelsammlers 4 angeordnet ist. Die Schnittebene B-B liegt auf einer von dem Kondensator 3 abgewandten Seite der Expansionseinheit 30-4 vor der Schnittebene A-A und schneidet eine von dem Kältemittelsammler 4 zu dem Expansionsventil 5 verlaufende Leitung 5ba.

In Figur 4b ist ein Längsschnitt durch die dritte Leitung 4c sichtbar, die von dem ersten Eingang 30a zu dem zweiten Ausgang 30d der Expansionseinheit 30-4 verläuft. Senkrecht zu der dritten Leitung, an einem oberen Ende des Kältemittelsammlers 4, ist eine nicht näher bezeichnete Stichleitung angebracht, an die der zweite Drucksensor 41 und der Sicherheitshochdruckschalter 40 angeschlossen werden können. In der dritten Leitung 4c ist zudem ein Anschluss 6b zum Anbringen des Bypass-Ventils 6 zu erkennen.

15

Die in Figur 4c dargestellte Schnittebene B-B liegt auf einer von dem Kondensator 3 abgewandten Seite der Expansionseinheit 30-4 vor der dritten Leitung 4c und zeigt eine aus dem Kältemittelsammler 4 zu einer Anschlussstelle 5b des Expansionsventils verlaufende Leitung 5ba. Der Anschluss 6b für das Bypass-Ventil 6 sowie der erste Eingang und der zweite Ausgang der Expansionseinheit 30-4 sind in dieser Schnittebene ebenfalls sichtbar.

Anhand der exemplarisch dargestellten Expansionseinheit 30-4 wird deutlich, dass die Anordnung der dritten Leitung 4c innerhalb des Kältemittelsammlers 4 eine sehr kompakte Anordnung der einzelnen Ventile und Sensoren ermöglicht.

Die Figuren 5a bis 5d zeigen die in Figur 3b dargestellte Expansionseinheit 30-5 in einer Draufsicht und in drei unterschiedlichen Schnittdarstellungen.

Figur 5a zeigt eine Draufsicht der Expansionseinheit 30-5, in der die drei in den Figuren 5b bis 5d dargestellten Schnittebenen A-A, B-B und C-C markiert sind. Die

30

Schnittebene A-A, die in Figur 5b gezeigt ist, verläuft durch einen Mittelpunkt des Kältemittelsammlers 4 und schneidet einen Abschnitt der zweiten Leitung 4b, der als Steigleitung ausgeführt ist und den Ausgang des Kondensators 3 mit einem oberen Ende des Kältemittelsammlers 4 verbindet.

5

Die in Figur 5c gezeigte Schnittebene B-B ist auf einer von dem Kondensator 3 abgewandten Seite der Expansionseinheit 30-5 vor der Schnittebene A-A angeordnet und schneidet eine von dem Kältemittelsammler 4 zu dem ersten Kältemittleingang 5aa des Expansionsventils 5 verlaufende nicht näher  
10 bezeichnete Leitung.

Die in Figur 5d gezeigte Schnittebene C-C ist auf der von dem Kondensator 3 abgewandten Seite der Expansionseinheit vor der Schnittebene B-B angeordnet und schneidet eine von dem unteren Anschluss 4cb der dritten Leitung zu dem zweiten  
15 Kältemittleingang 5ab des Expansionsventils 5 verlaufende nicht näher bezeichnete Leitung.

Es wird deutlich, dass auch die in diesem Ausführungsbeispiel gezeigte Expansionseinheit 30-5 durch die Anordnung der ersten bis dritten Leitung sowie  
20 die Anbindung des Expansionsventils 5 an den Kältemittelsammler 4 und die dritte Leitung 4c, einen sehr kompakten Aufbau aufweist.

Figur 6 zeigt schematisch einen Plattenwärmetauscher 3-1, in den eine Expansionseinheit gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung integriert werden kann.

25 Der Plattenwärmetauscher 3-1 enthält eine Vielzahl von Platten 3a bis 3e, die zum einen den Kondensator 3 und zum anderen die Expansionseinheit 30-6 bilden. Mit anderen Worten wird die Expansionseinheit 30-6 als Platte in den Plattenwärmetauscher 3-1 integriert.

30 Der Plattenwärmetauscher 3-1 weist jeweils eine druckstabile Front- und Rückplatte 3a, 3e auf, wobei die Frontplatte 3a Anschlüsse für den ersten Eingang 30a und

den zweiten Ausgang 30d der Expansionseinheit 30-6 enthält. An der Frontplatte 3a können zusätzliche Anschlussstutzen zum Anbringen des zweiten Drucksensors 41 und des Hochdrucksicherheitsschalters 40 in der dritten Leitung 4c vorhanden sein (nicht dargestellt).

5

Zwischen der Front- und der Rückplatte 3a, 3e sind die Wärmeübertragungsplatten 3d angeordnet, auf die ein Kältemittelsammler 4 der Expansionseinheit 30-6 folgt, der mittels speziell geformten Platten gebildet werden kann. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist zudem eine thermische Isolierung 3c zwischen dem  
10 Kältemittelsammler 4 und den Wärmeübertragungsplatten 3d angebracht. Zwischen dem Kältemittelsammler 4 und der Frontplatte 3a ist vorliegend eine weitere Platte 3b angeordnet, welche die dritte Leitung 4c enthält. Diese verbindet den ersten Eingang 30a mit dem zweiten Ausgang 30d der Expansionseinheit 30-6. Es ist ebenso möglich, dass die thermische Isolierung 3c zwischen dem  
15 Kältemittelsammler 4 und der Platte 3b angeordnet ist.

In der gezeigten Art und Weise können der Kondensator 3 und die Expansionseinheit 30-6 ein integrales Bauteil ausbilden, wodurch die Anzahl der Komponenten in dem Kältemittelkreislauf nochmals reduziert werden kann.

20

Figur 7a und 7b zeigen ein Modul einer Wärmepumpe, in den eine Expansionseinheit 30 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung integriert werden kann.

Dabei sind in Figur 7a die einzelnen Baugruppen des Moduls dargestellt, und in  
25 Figur 7b ist das Modul in einem montierten Zustand gezeigt. Das Modul weist eine Trägerplatte 300, einen Hydraulikblock 200, einen Ventilator 210 sowie eine Kältekreisbaugruppe 220 auf, wobei letztere den Verdampfer 1, den Verdichter 2, den Kondensator 3 und die Expansionseinheit 30 umfasst. Der Hydraulikblock 200 enthält die Komponenten zur Anbindung des Kondensators 3 an einen  
30 Sekundärkreislauf, beispielsweise an einen Heizkreislauf eines Gebäudes und der Ventilator 210 unterstützt den Wärmeübergang an dem Verdampfer 1. Durch die

kompakte Gestaltung der Expansionseinheit 30 und deren direkte Anbindung an den Kondensator 3 enthält die Kältekreisbaugruppe 220 nur wenige zentrale Bauteile und kann als zusammenhängende Einheit ausgeführt werden. Dadurch kann die Kältekreisbaugruppe 220 in ihrer Gesamtheit sehr einfach aus dem Modul  
5 aus- und wieder eingebaut werden, wodurch eine Wartung und Reparatur der Wärmepumpe deutlich vereinfacht wird.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Expansionseinheit (30) für einen Kältemittelkreislauf, insbesondere für einen Kältemittelkreislauf einer Wärmepumpe, der einen Verdichter (2), einen Kondensator (3) und einen Verdampfer (1) enthält, wobei die Expansionseinheit (30) als Funktionsblock zum fluiden Verbinden von Verdichter (2), Kondensator (3) und Verdampfer (1) ausgebildet ist und Folgendes umfasst:

eine erste Leitung (4a) mit einem ersten Eingang (30a) zum Anschließen an den Kältemittelkreislauf stromabwärts des Verdichters (2) und einem ersten Ausgang (30b) zum Anschließen an den Kältemittelkreislauf stromaufwärts des Kondensators (3);

eine zweite Leitung (4b) mit einem zweiten Eingang (30c) zum Anschließen an den Kältemittelkreislauf stromabwärts des Kondensators (3) und einem zweiten Ausgang (30d) zum Anschließen an den Kältemittelkreislauf stromaufwärts des Verdampfers (1); und

ein Expansionsventil (5, 100), das in der zweiten Leitung (4b) angeordnet ist und dazu eingerichtet ist, aus dem Kondensator (3) austretendes Kältemittel von einem ersten Druckniveau auf ein zweites Druckniveau abzusenken; und

eine dritte Leitung (4c) mittels derer der erste Eingang (30a) der ersten Leitung (4a) mit dem zweiten Ausgang (30d) der zweiten Leitung (4b) verbindbar ist.

2. Expansionseinheit (30) nach Anspruch 1, wobei in der dritten Leitung (4c) ein Bypass-Ventil (6) angeordnet ist, das dazu eingerichtet ist, einen Kältemitteldurchfluss durch die dritte Leitung (4c) zu steuern.

25

3. Expansionseinheit (30) nach Anspruch 1, wobei das Expansionsventil (5, 100) an dem zweiten Ausgang (30d) angeordnet ist, und dazu eingerichtet ist, einen Kältemitteldurchfluss durch die dritte Leitung (4c) zu steuern.

4. Expansionseinheit (30) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der erste Ausgang (30b) und der zweite Eingang (30c) mit dem Kondensator (3) verbindbar sind.
- 5 5. Expansionseinheit (30) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, ferner umfassend einen Kältemittelsammler (4), der zwischen dem zweiten Eingang (30c) und dem Expansionsventil (5, 100) angeordnet ist.
6. Expansionseinheit (30) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,  
10 wobei ein oder mehrere Sensoren (41, 42) und/oder ein oder mehrere Aktoren (40) in der ersten Leitung (4a) und/oder der dritten Leitung (4c) anbringbar sind.
7. Expansionseinheit (30) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, ferner umfassend ein Gehäuse, in dem die erste, zweite und dritte Leitung (4a – 4c)  
15 integriert sind.
8. Expansionseinheit (30) nach Anspruch 5 bis 7, wobei der Kältemittelsammler (4) ebenfalls in dem Gehäuse integriert ist.
9. Wärmetauscher (3-1), der einen Kondensator (3) sowie eine Expansionseinheit (30) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche enthält.
10. Wärmetauscher (3-1) nach Anspruch 9, wobei die Expansionseinheit (30) in den Wärmetauscher (3-1) integriert ist.
- 25 11. Wärmetauscher (3-1) nach Anspruch 9 oder 10, wobei eine dritte Leitung (4c) der Expansionseinheit (30), mittels deren ein erster Eingang (30a) und ein zweiter Ausgang (30d) der Expansionseinheit (30) verbindbar sind, in einem Wärmeübertragungselement des Wärmetauschers (3-1) angebracht ist.

12. Wärmepumpe mit einem Kältemittelkreislauf, der einen Verdichter (2), einen Kondensator (3), einen Verdampfer (1) und eine Expansionseinheit (30) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 8 enthält.

5 13. Wärmepumpe mit einem Kältemittelkreislauf, der einen Verdichter (2), einen Verdampfer (1) und einen Wärmetauscher (3-1) nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 10 enthält.

14. Verfahren zum Betreiben einer Expansionseinheit für einen Kältemittelkreislauf  
10 nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 7, der Kältemittelkreislauf enthaltend einen Verdichter (2), einen Kondensator (3) und einen Verdampfer (1), das Verfahren umfassend die Schritte:

- Betreiben der Expansionseinheit (30) in einem ersten Betriebsmodus, in dem ein Kältemittel über eine erste Leitung (4a) der Expansionseinheit (30) von dem Verdichter (2) zu dem Kondensator (3) sowie durch den Kondensator (3)  
15 geleitet wird, und über ein Expansionsventil (5, 100) in einer zweiten Leitung (4b) der Expansionseinheit (30) dem Verdampfer (1) zugeführt wird;
- Ermitteln einer Zustandsgröße des Verdampfers (1);
- Beibehalten des ersten Betriebsmodus, wenn der Wert der Zustandsgröße  
20 innerhalb eines vorbestimmten Wertebereichs liegt; und
- Betreiben der Expansionseinheit (30) in einem zweiten Betriebsmodus, in dem eine dritte Leitung (4c) der Expansionseinheit (30) geöffnet und zumindest ein Teil des Kältemittels von dem Verdichter (2) zu dem Verdampfer (1) geleitet wird, wenn der Wert der Zustandsgröße des  
25 Verdampfers (1) außerhalb des vorbestimmten Wertebereichs liegt.

15. Recheneinheit umfassend einen Prozessor, der so konfiguriert ist, dass er das Verfahren nach Anspruch 13 ausführt.

16. Computerprogramm umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren nach Anspruch 13 auszuführen.



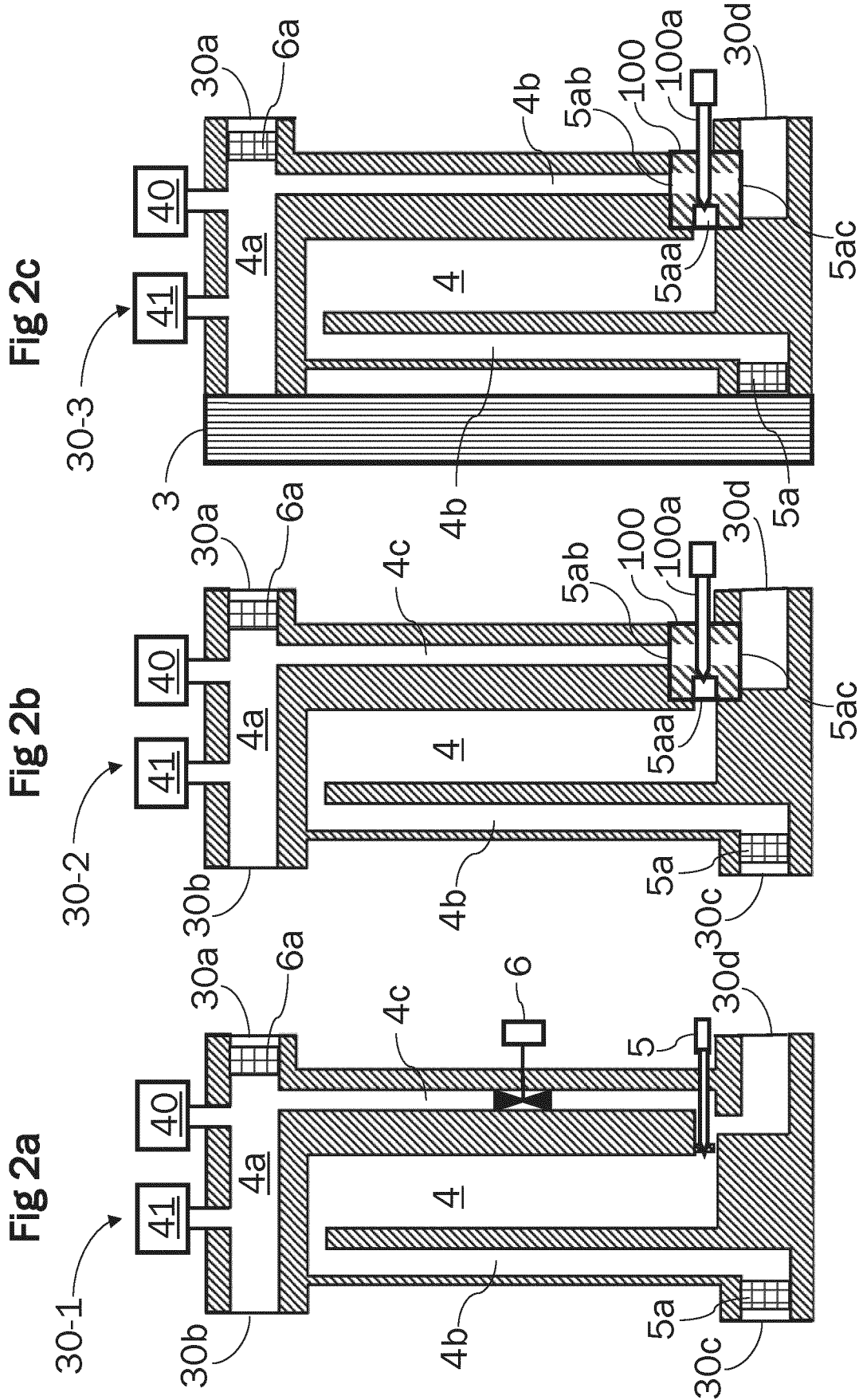


Fig. 3b

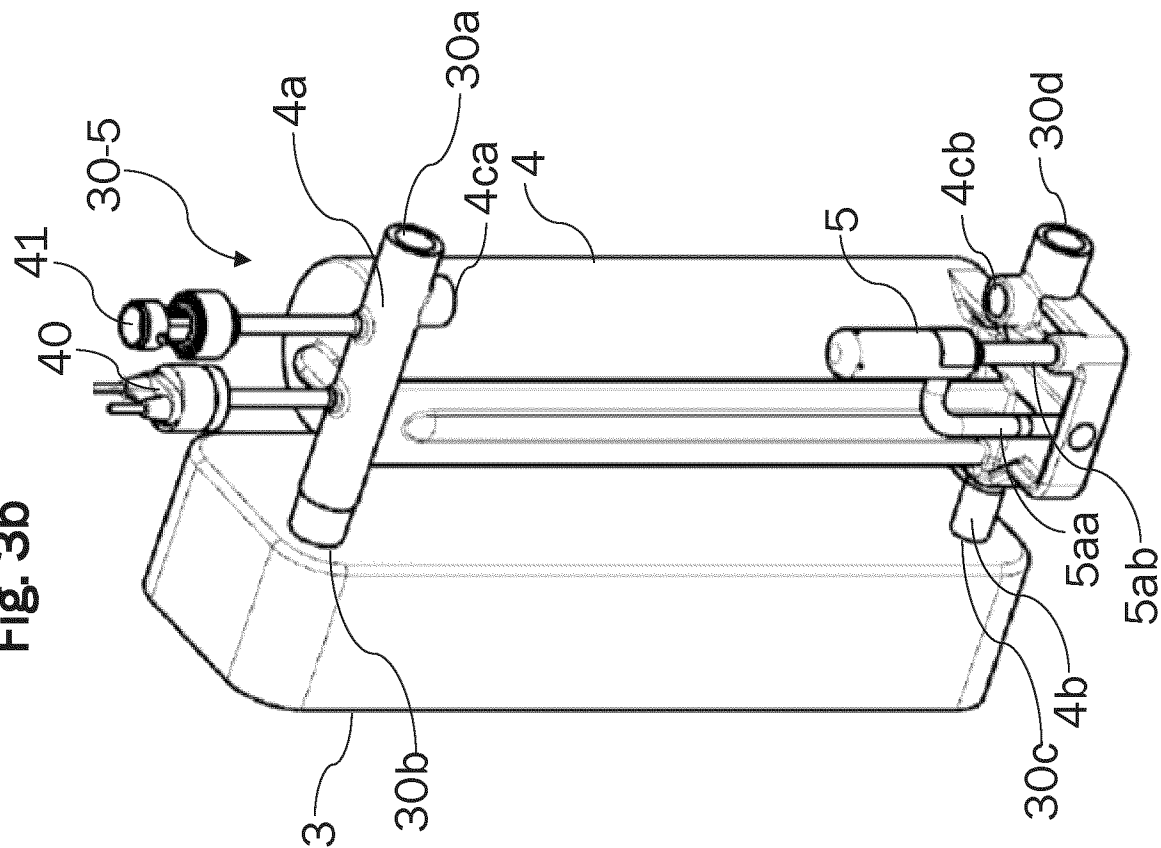
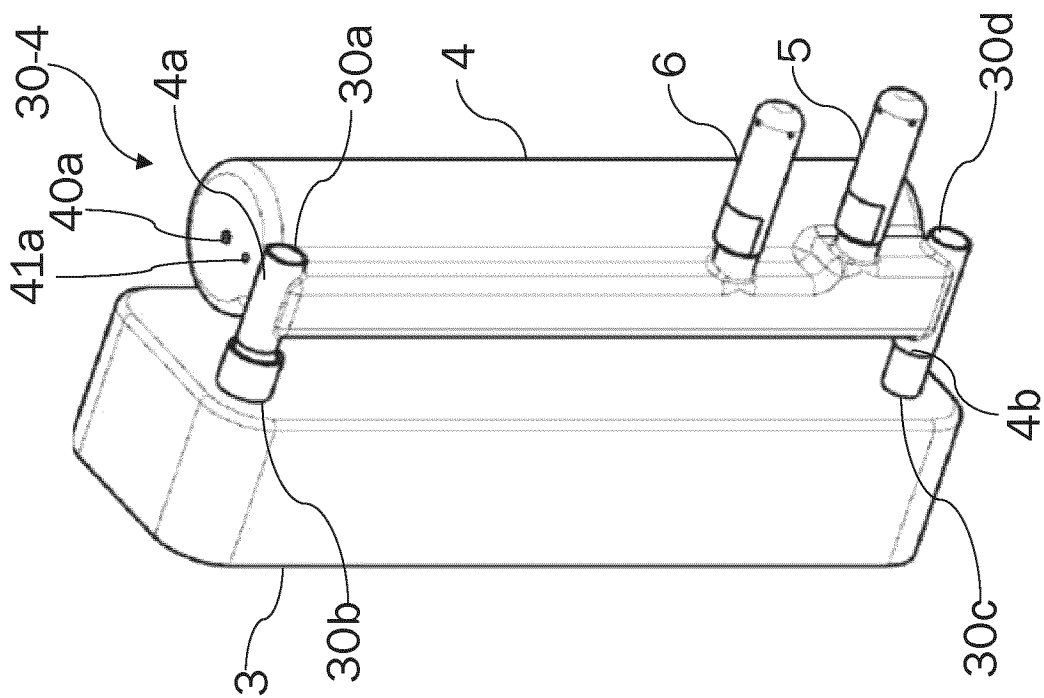


Fig. 3a



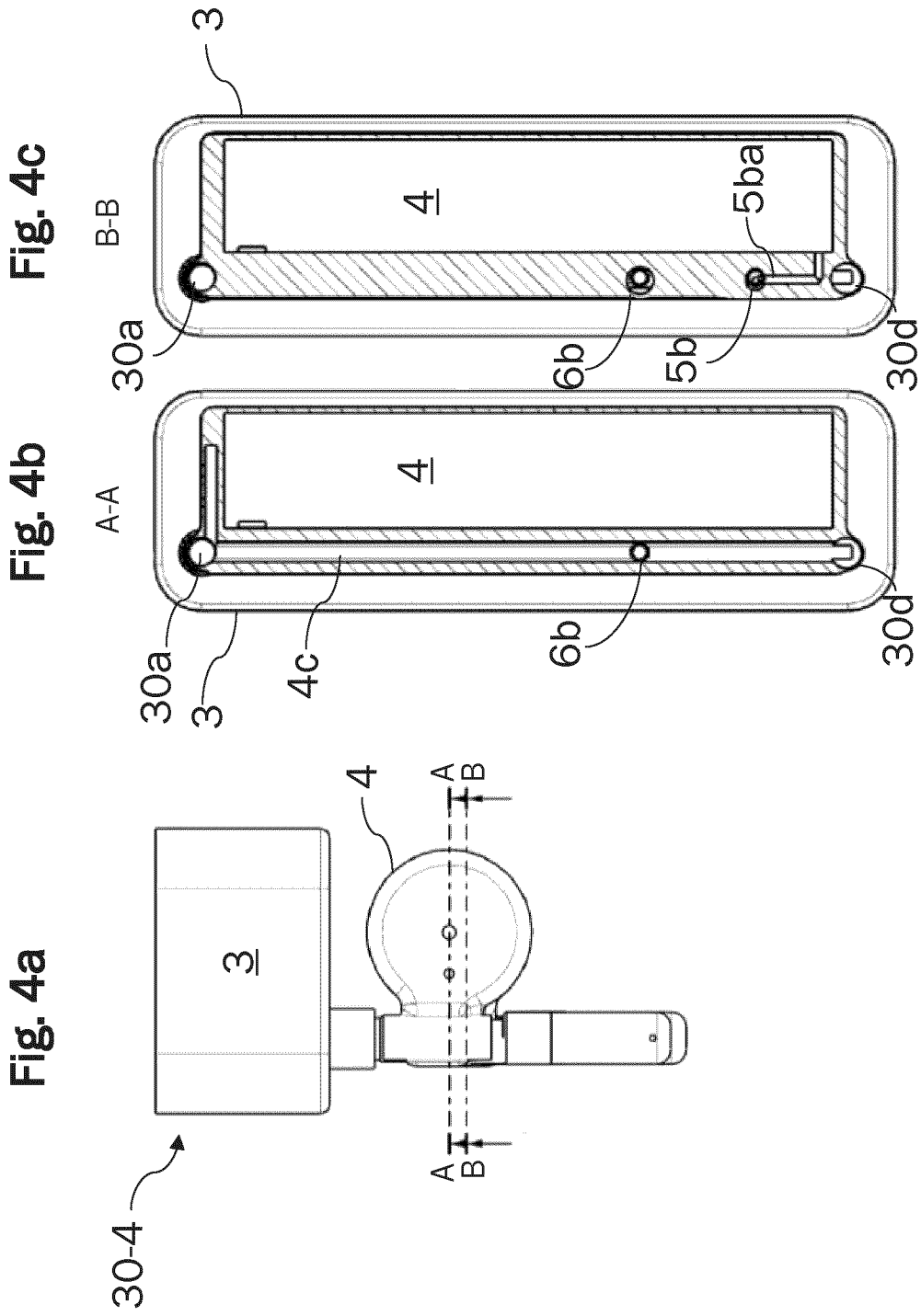


Fig 5a

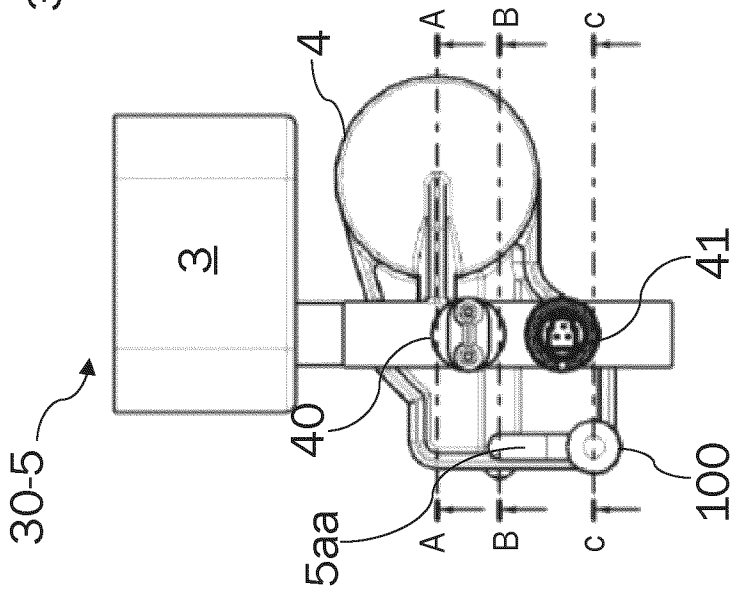


Fig 5b

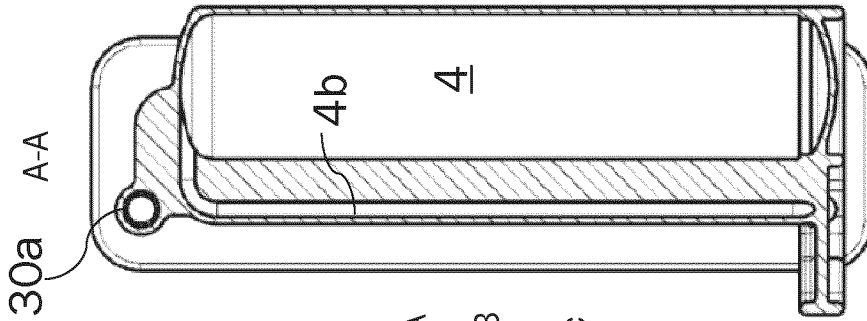


Fig 5c

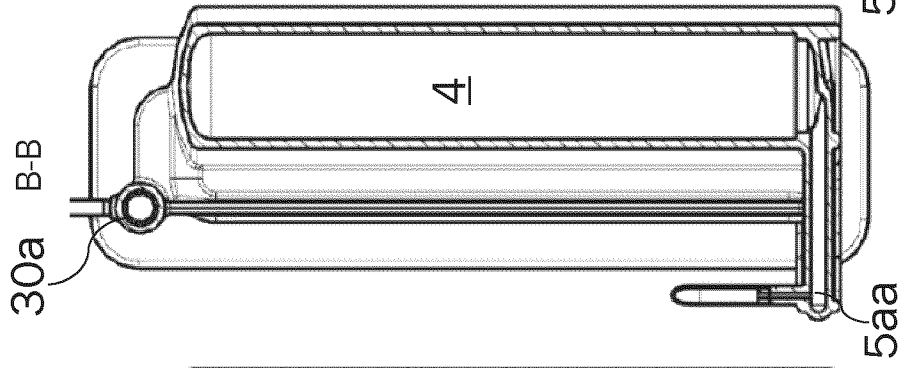
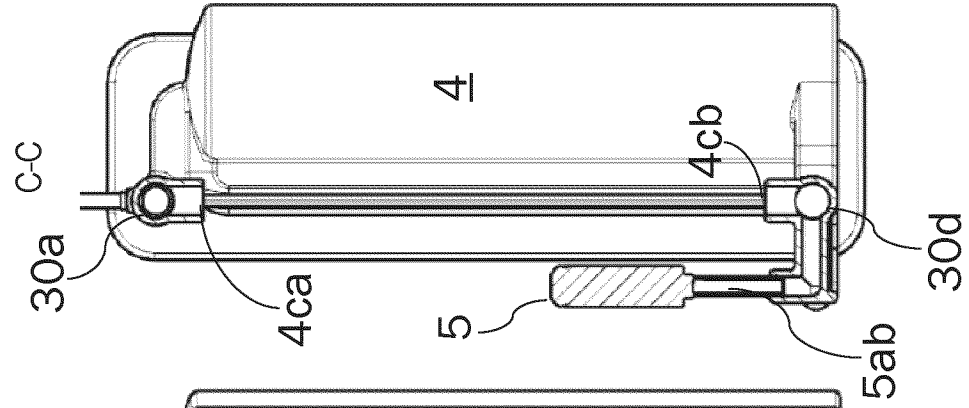


Fig 5d



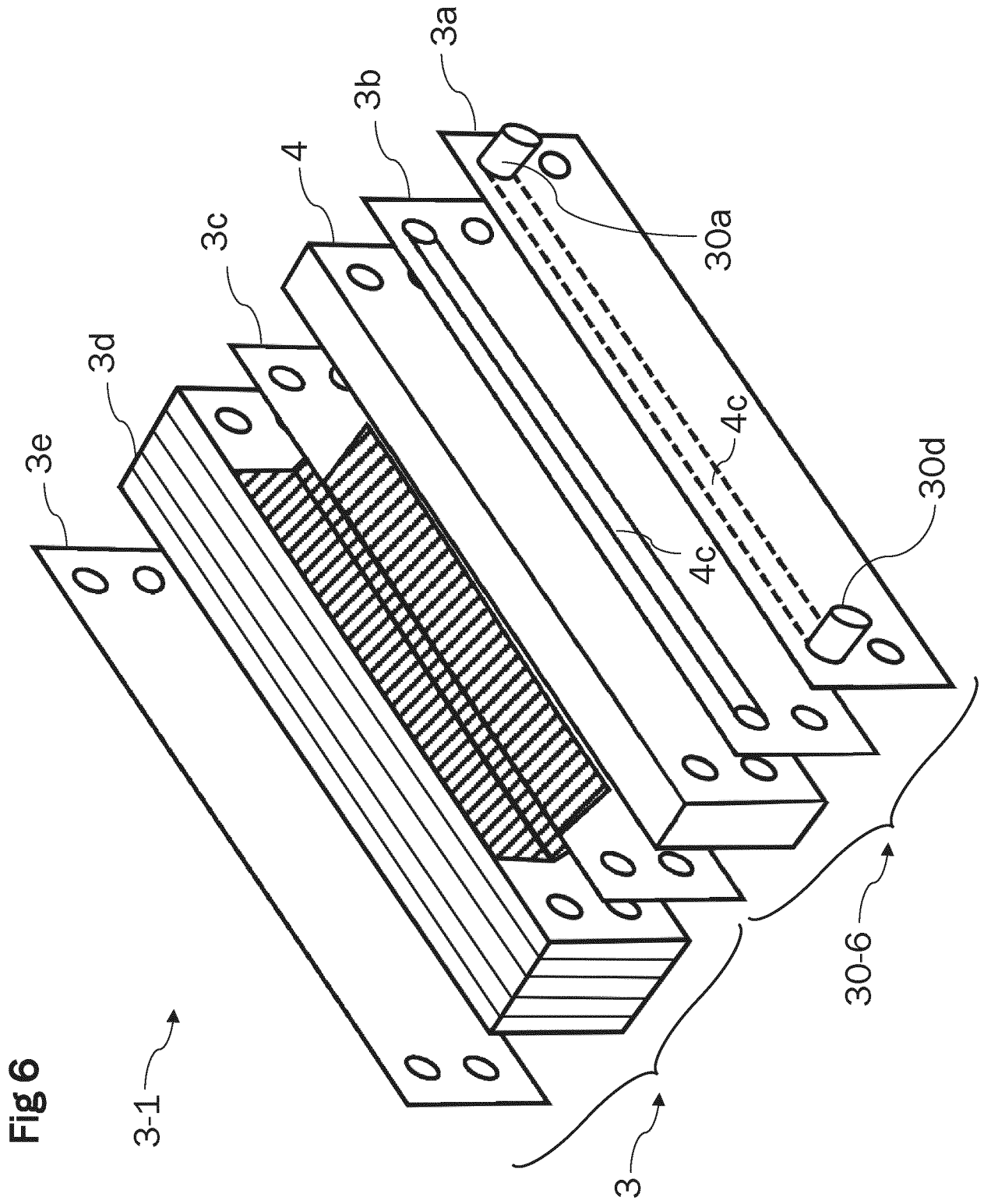


Fig 7b

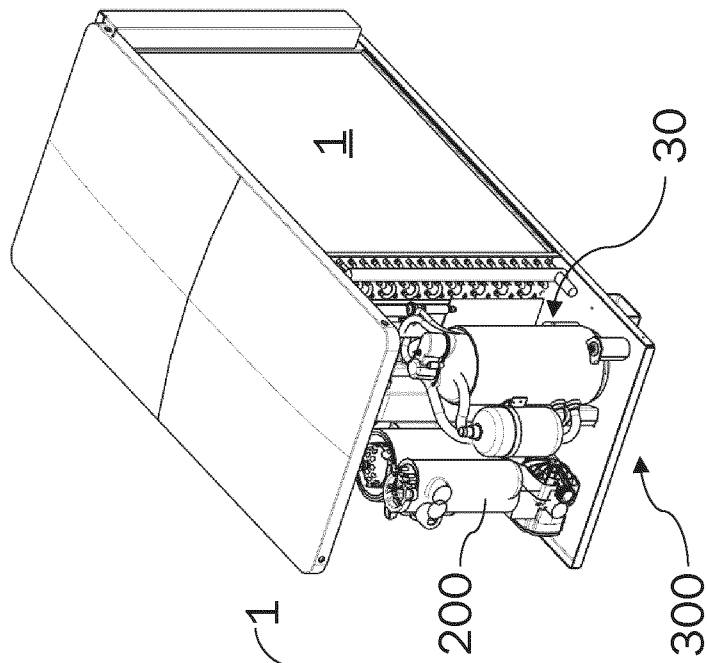
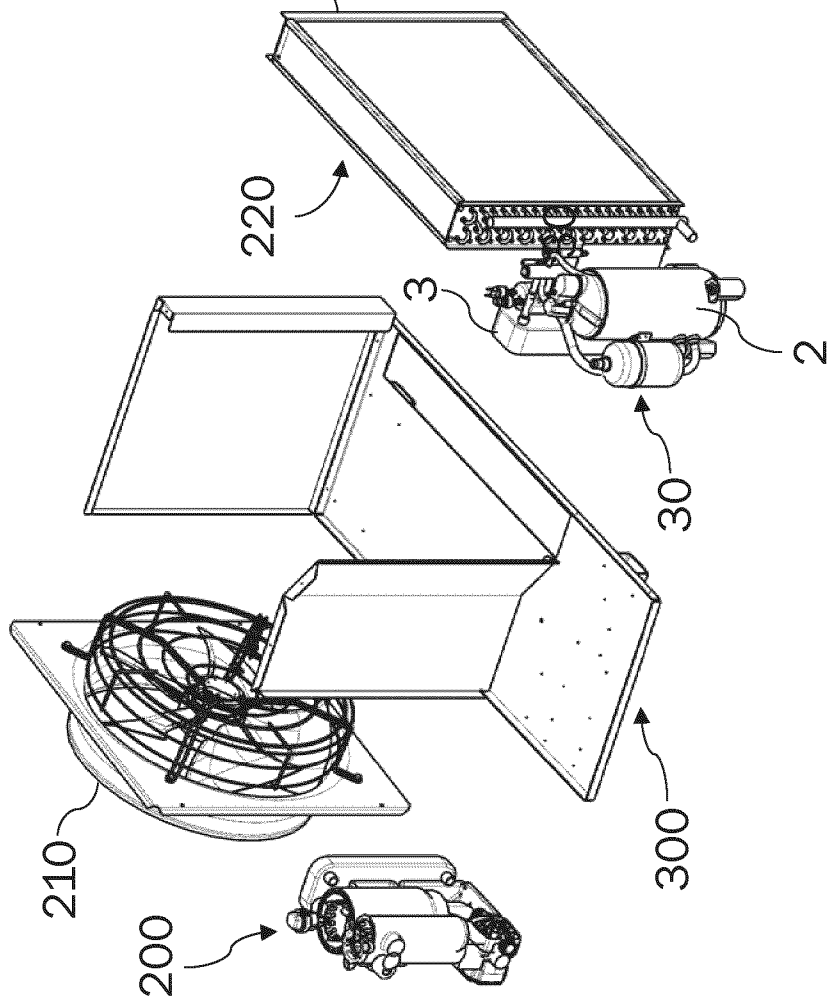


Fig 7a



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2024/076321**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>F25B 1/00</i> (2006.01)i; <i>F25B 41/30</i> (2021.01)i; <i>F25B 47/02</i> (2006.01)i; <i>F25B 49/02</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F25B Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP H10185366 A (VALEO CLIMATISATION) 14 July 1998 (1998-07-14) figures 1 and 3	1, 2, 4, 6, 12, 14-16
X Y	JP 4569041 B2 (DENSO CORP) 27 October 2010 (2010-10-27) enclosed English translation; figures 1-2 and 6-7	1-10, 12-16 9-11
Y	CN 207006618 U (GREE ELECTRIC APPLIANCES INC ZHUHAI) 13 February 2018 (2018-02-13) figure 1	9-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>20 November 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>04 December 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the)</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Lepers, Joachim</b> Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2024/076321**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	H10185366	A	14 July 1998	DE	19747315	A1	14 May 1998
				FR	2755757	A1	15 May 1998
				JP	H10185366	A	14 July 1998
				US	5924299	A	20 July 1999
-----							
JP	4569041	B2	27 October 2010	CA	2352297	A1	06 January 2002
				CN	1332347	A	23 January 2002
				DE	60113340	T2	22 June 2006
				EP	1170560	A2	09 January 2002
				JP	4569041	B2	27 October 2010
				JP	2002079821	A	19 March 2002
				KR	20020005446	A	17 January 2002
				US	2002002841	A1	10 January 2002
-----							
CN	207006618	U	13 February 2018	NONE			
-----							

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/076321

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

INV. F25B1/00 F25B41/30 F25B47/02 F25B49/02  
 ADD.

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
**F25B**

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**EPO-Internal**

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP H10 185366 A (VALEO CLIMATISATION) 14. Juli 1998 (1998-07-14) Abbildungen 1,3 -----	1, 2, 4, 6, 12, 14-16
X	JP 4 569041 B2 (DENSO CORP) 27. Oktober 2010 (2010-10-27)	1-10, 12-16
Y	enclosed English translation; Abbildungen 1-2, 6-7 -----	9-11
Y	CN 207 006 618 U (GREE ELECTRIC APPLIANCES INC ZHUHAI) 13. Februar 2018 (2018-02-13) Abbildung 1 -----	9-11

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

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

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
<b>20. November 2024</b>	<b>04/12/2024</b>

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  <p style="text-align: center;"><b>Lepers, Joachim</b></p>
--	--

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/076321

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H10185366      A	14-07-1998	DE 19747315 A1	14-05-1998
		FR 2755757 A1	15-05-1998
		JP H10185366 A	14-07-1998
		US 5924299 A	20-07-1999
-----			
JP 4569041      B2	27-10-2010	CA 2352297 A1	06-01-2002
		CN 1332347 A	23-01-2002
		DE 60113340 T2	22-06-2006
		EP 1170560 A2	09-01-2002
		JP 4569041 B2	27-10-2010
		JP 2002079821 A	19-03-2002
		KR 20020005446 A	17-01-2002
		US 2002002841 A1	10-01-2002
-----			
CN 207006618      U	13-02-2018	KEINE	
-----			