

(19)



(11)

EP 4 549 824 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.05.2025 Patentblatt 2025/19

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F24D 19/08^(2006.01) F24H 15/12^(2022.01)

(21) Anmeldenummer: **24208280.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F24D 19/083; F24H 15/12

(22) Anmeldetag: **23.10.2024**

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

(71) Anmelder: **Stiebel Eltron GmbH & Co. KG**
37603 Holzminden (DE)

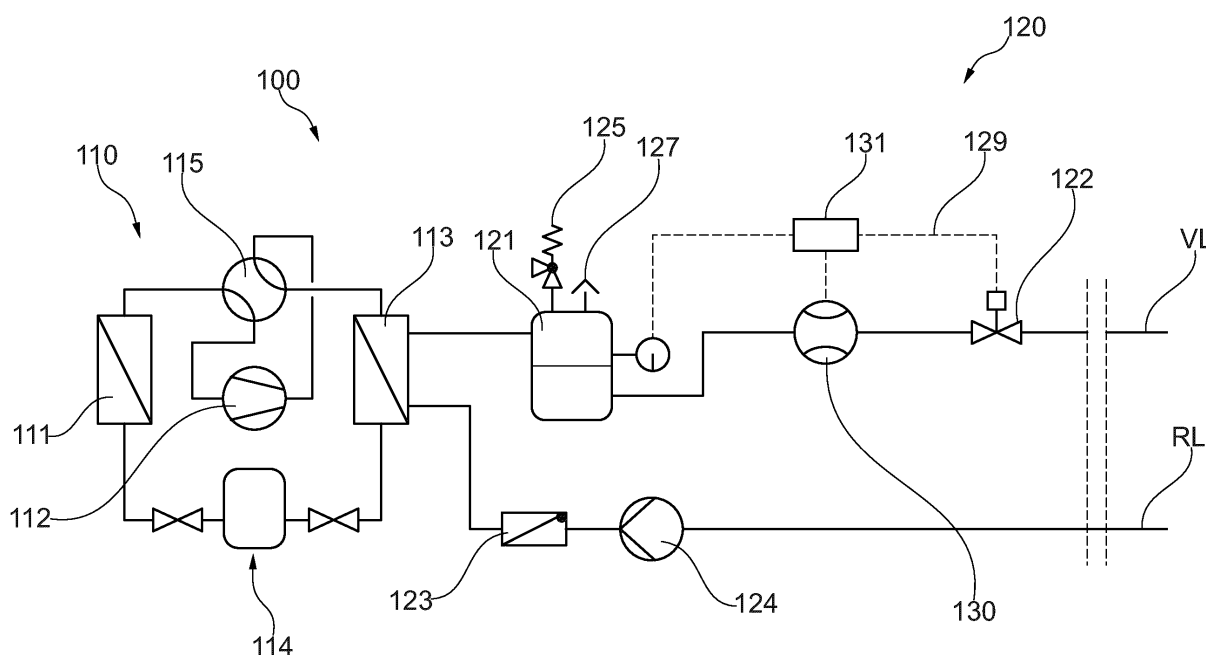
(72) Erfinder:
• **SCHRÖDER, Nikolas**
32839 Steinheim (DE)
• **SCHAUMLÖFFEL, Michael**
37671 Höxter (DE)
• **HAUPT, Simon**
31785 Hameln (DE)

(30) Priorität: **02.11.2023 DE 102023130322**

(54) WÄRMEPUMPENSYSTEM UND ZUGEHÖRIGES VERFAHREN

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Wärmepumpensystem (100) mit: einer Steuerung (131) einem Primärkreis (110) zur Führung eines Kältemittels, einem Sekundärkreis (120) zur Führung von Wasser, und einem Wärmeübertrager (113) zum Übertragen von Wärme zwischen dem Kältemittel und dem Wasser, wobei der Sekundärkreis (120) einen Gasabscheider (121, 400, 500, 600), einen oder mehrere Sensoren (130) und eine erste Absperrreinrichtung (122, 422) umfasst, wobei die Steuerung (131) dazu ausgestaltet ist, (a) einen Wert, der

mit einer Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) korreliert, zu überwachen, (b) ein Überschreiten des Werts, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) korreliert, über einen vordefinierten Schwellwert zu erkennen, und (c) im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, die erste Absperrreinrichtung (122, 422) zu schließen.

**Fig. 1****EP 4 549 824 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Wärmepumpensystem mit einem Gasabscheider und einem Sperrventil, welches durch eine entsprechende Anordnung von einem oder mehreren Sensoren angesteuert wird.

[0002] Derartige Wärmepumpensysteme weisen einen Primärkreis zur Führung eines Kältemittels und einen Sekundärkreis zur Führung von Wasser auf, wobei durch einen Wärmeübertrager Wärme zwischen dem Kältemittel und dem Wasser übertragen werden kann.

[0003] Bei Verwendung von brennbaren Kältemitteln, insbesondere Kohlenwasserstoffen wie C₃H₈ (R290, Propan) ist jedoch die Problematik erkannt worden, dass durch einen Defekt, zum Beispiel durch einen allgemeinen Defekt, Korrosion oder einen Defekt durch gefrierendes Wasser, am Wärmeübertrager, der zum Beispiel als Plattenwärmeübertrager ausgestaltet sein kann, Kältemittel in den Sekundärkreis, insbesondere einen Heizbereich des Sekundärkreises, eintreten kann, welches anschließend über das Verteilsystem des Sekundärkreises in ein Haus, das mit dem Heizbereich geheizt wird, gelangen und dort über Automatikentlüfter oder Ablassventile austreten kann. Bei Verwendung von Propan als Kältemittel, das einem brennbaren Kältemittel entspricht, kann dann zusammen mit der Raumluft ein zündfähiges Gemisch entstehen, welches dann eine Gefahr für das Haus darstellt.

[0004] Aus dem Stand der Technik ist bekannt, in dem Sekundärkreis eines Wärmepumpensystems ein Ablassventil und einen Automatikentlüfter gegen Kältemittteleintritt in das Wohngebäude vorzusehen, um in den Sekundärkreis eintretendes brennbares Kältemittel sicher abzuführen, bevor es im Haus austreten kann. Insbesondere bei Propananwendungen können auch jeweils mehrere Ventile/Entlüfter vorgesehen sein, zum Beispiel in einem Vorlauf und einem Rücklauf des Sekundärkreises. In einigen Fällen wird auch ein Mikroblassenabscheider eingesetzt, der einen Automatikentlüfter umfassen kann.

[0005] Nachteilig am Stand der Technik zeigt sich, dass trotz der verbauten Entlüfter und Ablassventile eine gefährliche Menge, das heißt über 150 g, an brennbarem Kältemittel unbemerkt in den Sekundärkreis, das heißt, den Heizbereich, gelangen kann. Des Weiteren kann durch weitere Ablassventile und offene Automatikentlüfter brennbares Kältemittel direkt in einen Wohnraum des Hauses austreten, so dass ein zündfähiges Gasgemisch im Wohnraum entstehen kann.

[0006] Bisher wurde im Stand der Technik auf einen Automatikentlüfter und ein Ablassventil gesetzt, wobei das Ablassventil so ausgeführt ist, dass das Ablassventil im Sekundärkreis vor allen weiteren verbauten Ablassventilen anspricht (ca. 0,5 bar darunter).

[0007] Ein der vorliegenden Erfindung zugrundeliegendes Ziel ist es, die Menge an brennbarem Kältemittel, welche in den Sekundärkreis, und damit in ein Heizungssystem eines Hauses, eintreten kann, auf eine unkriti-

sche Menge durch Abscheidung aus dem Wasser zu reduzieren.

[0008] Erfindungsgemäß wird nach einem ersten Aspekt ein Wärmepumpensystem mit einem Primärkreis zur Führung eines Kältemittels, einem Sekundärkreis zur Führung von Wasser und einem Wärmeübertrager zum Übertragen von Wärme zwischen dem Kältemittel und dem Wasser vorgeschlagen, wobei der Sekundärkreis einen Gasabscheider, einen oder mehrere Sensoren und eine erste Absperreinrichtung umfasst, wobei das Wärmepumpensystem eine Steuerung umfasst, die ausgestaltet ist, (a) einen Wert, der mit einer Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, zu überwachen, (b) ein Überschreiten des Werts, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, über einen vordefinierten Schwellwert zu erkennen, und (c) im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, die erste Absperreinrichtung zu schließen.

[0009] Durch eine Steuerung, die ausgestaltet ist, einen Wert, der mit einer Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, zu überwachen, ein Überschreiten des Werts, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, über einen vordefinierten Schwellwert zu erkennen, und im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, die erste Absperreinrichtung zu schließen, kann verhindert werden, dass brennbares Kältemittel, das unbemerkt in den Sekundärkreis eingetreten ist, in den Heizbereich des Sekundärkreises und damit in den Wohnbereich eines Hauses gelangt.

[0010] Dadurch kann die Gefahr eines Brandes in dem Wohnbereich mit dem erfindungsgemäßen Wärmepumpensystem verringert werden.

[0011] Insbesondere kann nach Erkennen eines Kältemittels durch Überschreiten eines Werts, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, ein Teil des Sekundärkreises, in dem (noch) kein Kältemittel vorhanden ist, von dem Teil des Sekundärkreises, in dem das Kältemittel erkannt, d.h. detektiert, worden ist, abgeriegelt werden, so dass dieser Teil, in dem (noch) kein Kältemittel vorhanden ist, weiterhin frei von brennbarem Kältemittel ist.

[0012] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des ersten Aspekts der Erfindung umfasst der Sekundärkreis eine zweite Absperreinrichtung, wobei die Steuerung ferner ausgestaltet ist, im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, die zweite Absperreinrichtung zu schließen. Dies ermöglicht ein vollständiges Abriegeln des Wärmeübertragers von einem Heizbereich des Sekundärkreises, der in einem Wohnbereich vorgesehen sein kann.

[0013] Besonders bevorzugt ist der Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, ein Wert für einen Volumenstrom im Sekundär-

kreis.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des zweiten Aspekts der Erfindung umfasst der Gasabscheider eine Detektionseinrichtung, die ausgestaltet ist, das Überschreiten des Werts, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, über den vordefinierten Schwellwert zu erkennen.

[0015] Vorteilhafterweise ist die Detektionseinrichtung ausgestaltet, einen relativen Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, zu detektieren. Das ermöglicht, dass nicht durchgehend ein absoluter Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, detektiert werden muss, sondern lediglich detektiert wird, wenn der Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, einen vordefinierten Schwellwert überschreitet.

[0016] Bevorzugt umfasst die Detektionseinrichtung einen Volumenstromsensor.

[0017] In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung umfasst das Wärmepumpensystem eine Steuerung, welche dem Zweck dient, eine erste Absperreinrichtung zu schließen. Diese Steuerung ist auf einer Platine implementiert, welche zum einen an eine erste Absperreinrichtung angeschlossen ist. Ferner ist die Platine mit dem Volumenstromsensor oder auch noch mit weiteren Sensoren verbunden, deren Signale die Steuerung auswertet.

[0018] Die erfindungsgemäße Steuerung kann in eine Regelung des Sekundärkreises des Wärmepumpensystems und/oder eine Regelung des Primärkreises des Wärmepumpensystems eingebettet sein. Vorzugsweise ist die Steuerung auf einer separaten Platine implementiert sein, welche verschiedene Funktionen erfüllt, vorzugsweise aber alleine für die Steuerung der ersten Absperreinrichtung zuständig ist. [^]

[0019] Erfindungsgemäß wird nach einem weiteren Aspekt ein Verfahren zur Steuerung eines Wärmepumpensystems vorgesehen, wobei das Wärmepumpensystem einen Primärkreis zur Führung eines Kältemittels, einen Sekundärkreis zur Führung von Wasser, und einen Wärmeübertrager zum Übertragen von Wärme zwischen dem Kältemittel und dem Wasser umfasst, wobei das Verfahren zumindest die Schritte umfasst: (a) Überwachen eines Wertes, der mit der Gasmenge in einem Gasabscheider und/oder der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider in dem Sekundärkreis korreliert, (b) Vergleichen des Wertes, der mit der Gasmenge in dem Gasabscheider und/oder der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider korreliert, mit einem vordefinierten Schwellwert, und (c) im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in dem Gasabscheider und der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, Schließen einer ersten Absperreinrichtung in dem Sekundärkreis.

[0020] In einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst

das Verfahren den weiteren Schritt eines Schließens einer zweiten Absperreinrichtung in dem Sekundärkreis im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in dem Gasabscheider und/oder der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet.

[0021] Der Wert, der mit der Gasmenge korreliert, kann entweder in dem Gasabscheider oder einem Durchflussmesser, beispielsweise einem Vortex-Volumenstromsensor, der im Strömungspfad dem Gasabscheider vorgelagert oder nachgelagert, vorzugsweise nachgelagert, angeordnet ist, bestimmt werden. In einer Ausführung ist der Wert für das Vorhandensein einer signifikanten Gasmenge indikativ, was eine Korrelation mit der Gasmenge bedeutet.

[0022] Erfindungsgemäß wird nach einem weiteren Aspekt ein Wärmepumpensystem mit einem Primärkreis zur Führung eines Kältemittels, einem Sekundärkreis zur Führung von Wasser und einem Wärmeübertrager zum Übertragen von Wärme zwischen dem Kältemittel und dem Wasser vorgeschlagen, wobei der Sekundärkreis einen Gasabscheider mit einem Sicherheitsüberdruckventil und bevorzugt eine erste Absperreinrichtung und/oder eine zweite Absperreinrichtung umfasst, wobei das Wärmepumpensystem eine Steuerung umfasst, die ausgestaltet ist, (a) einen Wert, der mit einer Gasmenge in dem Gasabscheider und/oder der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider korreliert, zu überwachen, (b) ein Überschreiten des Wertes, der mit der Gasmenge in dem Gasabscheider und der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider korreliert, über einen vordefinierten Schwellwert zu erkennen, und (c) im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in dem Gasabscheider und der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, das Sicherheitsüberdruckventil in dem Gasabscheider zu öffnen und bevorzugt die erste Absperreinrichtung und/oder die zweite Absperreinrichtung zu schließen.

[0023] Das Sicherheitsüberdruckventil ist ausgestaltet, ein Kältemittel und/oder Luft, das in den Gasabscheider gelangt, abzuführen.

[0024] Bevorzugt ist der Wert, der mit der Gasmenge in dem Gasabscheider korreliert, ein Wert für einen Wasserfüllstand in dem Gasabscheider. Alternativ kann ein Wert, der mit der Gasmenge in dem Gasabscheider korreliert, auch mit einem induktiven Messverfahren, einem induktiven Messverfahren, einem kapazitiven Messverfahren, einem optischen Messverfahren, einem hydrostatischen Messverfahren, einem viskodynamischen Messverfahren, zum Beispiel über eine Schwinggabel, einem radarbasierten Messverfahren, einem schwimmerbasierten Messverfahren, zum Beispiel über einen Schwimmerschalter, einem ultraschallbasierten Messverfahren und/oder einem thermischen Messverfahren, zum Beispiel über eine Wärmekapazität ermittelt werden.

[0025] Besonders bevorzugt umfasst der Gasabscheider einen Füllstandsgrenzgeber oder Füllstandssensor, der ausgestaltet ist, das Überschreiten des Werts für einen Wasserfüllstand unter den vordefinierten Schwellwert für einen unteren Wasserfüllstand zu erkennen. Zusätzlich oder alternativ kann der Gasabscheider einen Sensor umfassen, wobei der Sensor ausgestaltet ist, einen Wert, der mit der Gasmenge in dem Gasabscheider korreliert, zu überwachen, wobei die Steuerung ausgestaltet ist, den Wert mit einem vordefinierten Schwellwert zu vergleichen. Der Begriff Überschreiten wird hierbei unabhängig davon verwendet, ob der Schwellwert größer oder kleiner als der Ausgangswert ist.

[0026] Bevorzugt ist der Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider korreliert, ein Wert für einen Volumenstrom im Sekundärkreis.

[0027] Experimentell kann gezeigt werden, dass beispielsweise bei Verwendung von Vortex-Volumenstromsensoren, Werte signifikant über den zulässigen Bereichen für Volumenströme gemessen werden, wenn eine Menge an Gas in dem Sekundärkreis vorhanden ist.

[0028] Besonders bevorzugt umfasst der Sekundärkreis nach dem Gasabscheider einen Volumenstromsensor, der ausgestaltet ist, das Überschreiten des Werts für eine Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider unter den vordefinierten Schwellwert für einen unteren Wasserfüllstand zu erkennen.

[0029] Weiter ist bevorzugt, dass der Sekundärkreis einen Vorlaufbereich, einen Heizbereich und einen Rücklaufbereich umfasst, wobei die erste Absperreinrichtung bevorzugt in dem Vorlaufbereich und die zweite Absperreinrichtung bevorzugt in dem Rücklaufbereich des Sekundärkreises angeordnet ist. Vorteilhafterweise umfasst die zweite Absperreinrichtung ein Rückschlagventil. Ein Rückschlagventil kann beispielsweise durch eine Rückströmung von Wasser geschlossen werden.

[0030] Weiter ist bevorzugt, dass der Sekundärkreis einen Vorlaufbereich, einen Heizbereich und einen Rücklaufbereich umfasst, wobei der Volumenstromsensor bevorzugt in dem Vorlaufbereich, in Strömungsrichtung nach dem Gasabscheider und vor der ersten Absperrvorrichtung angeordnet ist.

[0031] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Gasabscheider einen Entlüfter, der ausgestaltet ist, ein Kältemittel und/oder Luft, das in den Gasabscheider gelangt, abzuführen.

[0032] Weiter ist die Steuerung bevorzugt ausgestaltet, nach vollständiger Abführung des Kältemittels und/oder Luft die erste Absperreinrichtung und/oder die zweite Absperreinrichtung zu öffnen.

[0033] Zudem kann in dem Sekundärkreis in Strömungsrichtung des Wassers zwischen der ersten Absperreinrichtung und der zweiten Absperreinrichtung ein Sicherheitsüberdruckventil vorgesehen sein, um einen möglichen Überdruck, der durch ein Schließen der ersten Absperreinrichtung und/oder zweiten Absperreinrich-

tung entstehen kann, abzulassen.

[0034] Im Fall, dass der Gasabscheider einen Füllstandsgrenzgeber und/oder einen Volumenstromsensor umfasst, sind die genannten Sensoren bevorzugt mit einer Platine verbunden, auf welcher die Steuerung der ersten Absperrvorrichtung implementiert ist.

[0035] Auch die Steuerung des Wärmepumpensystems nach dem dritten Aspekt der Erfindung kann in eine Regelung des Sekundärkreises und/oder eine Regelung des Primärkreises des Wärmepumpensystems eingebettet sein.

[0036] Erfindungsgemäß wird nach einem weiteren Aspekt ein Verfahren zur Steuerung der ersten Absperrvorrichtung vorgeschlagen, wobei das Verfahren zumindest die Schritte umfasst: (a) Überwachen eines Werts, der mit einer Gasmenge in dem Gasabscheider und der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider korreliert, (b) Erkennen eines Überschreitens des Wertes, der mit der Gasmenge in einem Gasabscheider und der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider korreliert, über einen vordefinierten Schwellwert, und (c) im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in dem Gasabscheider und der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, Öffnen eines Sicherheitsüberdruckventils in dem Gasabscheider und vorzugsweise Schließen einer ersten Absperreinrichtung und/oder zweiten Absperreinrichtung.

[0037] Bei dem Wärmepumpensystem nach der Erfindung oder einer bevorzugten Ausgestaltung davon ist die erste Absperreinrichtung bevorzugt in Strömungsrichtung des Wassers nach dem Gasabscheider angeordnet. Insbesondere umfasst der Sekundärkreis einen Vorlaufbereich, einen Heizbereich und einen Rücklaufbereich und die erste Absperreinrichtung ist bevorzugt in dem Vorlaufbereich angeordnet. Weiter ist bevorzugt, dass im Fall einer zweiten Absperreinrichtung die zweite Absperreinrichtung in einem Rücklaufbereich angeordnet ist. Weiter ist die zweite Absperreinrichtung bevorzugt ein Rückschlagventil.

[0038] Die erste Absperreinrichtung umfasst vorteilhafterweise ein Ventil, wobei das Ventil bevorzugt ein Motorventil ist.

[0039] Bevorzugt ist, dass die Steuerung ausgestaltet ist, nach vollständiger Abführung des Kältemittels und/oder Luft, insbesondere durch den Schnellentlüfter, die erste Absperreinrichtung und ggf. die zweite Absperreinrichtung zu öffnen. Im Fall einer zweiten Absperreinrichtung ist vorteilhafterweise zwischen der ersten Absperrvorrichtung und der zweiten Absperreinrichtung ein Sicherheitsüberdruckventil vorgesehen.

[0040] Zusätzlich kann der Gasabscheider ein Sicherheitsüberdruckventil umfassen, das ausgestaltet ist, ein Kältemittel und/oder Luft, das in den Gasabscheider gelangt, abzuführen.

[0041] Erfindungsgemäß wird nach einem weiteren Aspekt ein Computerprogramm mit Programmmitteln

vorgeschlagen, die eine Steuerung eines erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems dazu veranlassen, die Schritte des entsprechenden erfindungsgemäßen Verfahrens auszuführen, wenn das Computerprogramm ausgeführt wird, beispielsweise auf einer eigens dafür entworfenen und nur für diesen Zweck eingesetzten Platine ausgeführt wird.

[0042] Merkmale vorteilhafter Ausführungsformen der Erfindung sind insbesondere in den Unteransprüchen definiert, wobei weitere vorteilhafte Merkmale, Ausführungen und Ausgestaltungen für den Fachmann zudem aus den obigen Erläuterungen und der folgenden Diskussion zu entnehmen sind.

[0043] Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand von in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen weiter illustriert und erläutert. Hierbei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung zur Illustration eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung zur Illustration eines zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems, und
- Fig. 3-6 schematisch Signalverläufe des Vortex-Durchflusssensors
- Fig. 7 eine schematische Darstellung zur Illustration eines ersten Gasabscheiders zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems,
- Fig. 8 eine schematische Darstellung zur Illustration eines zweiten Gasabscheiders zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems,
- Fig. 9 eine schematische Darstellung zur Illustration eines dritten Gasabscheiders zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems, und
- Fig. 10 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung eines Wärmepumpensystems, wie es zum Beispiel in Fig. 1 dargestellt ist.

[0044] In den beiliegenden Zeichnungen sowie den Erläuterungen zu diesen Zeichnungen sind einander entsprechende bzw. in Beziehung stehende Elemente - soweit zweckdienlich - mit jeweils entsprechenden oder ähnlichen Bezugszeichen gekennzeichnet, auch wenn sie in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen zu finden sind.

[0045] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung zur Illustration eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems 100. Das Wärmepumpensystem 100 umfasst einen Primärkreis 110 und einen Sekundärkreis 120, wobei der Primärkreis 110 einen Kältemittel/Luft-Wärmeübertrager 111, zum Beispiel in Form eines Verdampfers, einen Verdichter 112, einen Kältemittel/Wasser-Wärmeübertrager 113, zum Beispiel in Form eines Verflüssigers, eine Expansions-einrichtung 114, zum Beispiel in Form eines Drosselorgans, und eine Kältekreisumkehrereinrichtung 115 umfasst. Der Sekundärkreis 120 umfasst einen Gasabscheider 121 sowie eine erste Absperreinrichtung 122, eine zweite Absperreinrichtung 123 und eine Umwälzpumpe 124. Zusätzlich kann ein Sicherheitsüberdruckventil (125) zwischen der ersten Absperreinrichtung 122 und der zweiten Absperreinrichtung 123 vorgesehen sein.

[0046] Der Sekundärkreis 120 ist nicht vollständig gezeigt, außerhalb des Wärmepumpensystems 100 schließt sich beispielsweise ein Heizungssystem oder ein Speichersystem zwischen einem Vorlauf VL und einem Rücklauf RL an.

[0047] Der Wärmeübertrager 113 entspricht einem Wärmeübertrager zum Übertragen von Wärme zwischen Kältemittel, das im Primärkreis 110 geführt wird, und Wasser, das im Sekundärkreis 120 geführt wird. Der Gasabscheider 121 umfasst in dieser Ausführung einen Schnellentlüfter 127 und ein Sicherheitsüberdruckventil 125 zum Abführen von Kältemittel aus dem Gasabscheider 121, wobei das Sicherheitsüberdruckventil 125 insbesondere bei (zu) hohem Druck, d.h. bei einem Druckwert, der einen Druckgrenzwert des Sicherheitsüberdruckventil 125 zum Öffnen entspricht oder diesen überschreitet, im Gasabscheider 121 geöffnet wird. Auch andere Ausgestaltungen des Gasabscheiders 121 sind vorteilhaft.

[0048] Das Wärmepumpensystem im Fall, dass der Wert für die Gasströmung den vordefinierten Schwellwert für die Gasströmung überschreitet, die erste Absperreinrichtung 122 zu schließen.

[0049] Die erste Absperreinrichtung 122 ist in der Ausführungsform aus Fig. 1 in einem Vorlaufbereich des Sekundärkreises 120, insbesondere in Strömungsrichtung des Wassers nach dem Gasabscheider 121, angeordnet. Die zweite Absperreinrichtung 123 ist in einem Rücklaufbereich des Sekundärkreises 120 angeordnet. Vorteilhafterweise ist die zweite Absperreinrichtung 123 ein Rückschlagventil.

[0050] Die erste Absperreinrichtung 122 ist über eine Steuerleitung 129 elektrisch oder alternativ pneumatisch mit einer Elektronik 131 verbunden. Die Elektronik 131 ist dazu ausgebildet, wenn Gasblasen in dem Sekundärkreis 120 erkannt werden, die erste Absperreinrichtung 122 zu schließen. Das Signal hierfür kann entweder von dem Gasabscheider 121 erhalten werden, und/oder erfindungsgemäß von einem Vortex-Durchflusssensor 130.

[0051] Ein in Wärmepumpen typisch eingesetzter Kältekreis 110, der vorzugsweise mittels eines brennbaren Kältemittels wie Propan betrieben wird, ist durch einen Wärmeübertrager 113 vom Heizkreis, dem Sekundärkreis 120, getrennt. Der Wärmeübertrager 113 kann durch einen Defekt, zum Beispiel dem Vereisen in der Kreislaufumkehr hervorgerufen, das brennbare Gas in den Heizkreis einleiten.

[0052] Das in diesem Fehlerfall in den Sekundärkreis 120 eindringende Gas kann mit einem Gasabscheider 121 herausgefiltert und (bei Innenaufstellung) durch einen Lüfter abgeführt werden, sodass eine Gefahrensituation durch ein brennbares oder explosives Gasgemisch vermieden wird.

[0053] In einer Ausführung ohne Gasabscheider/Entlüftung, oder vorzugsweise bei einem Defekt oder eines nicht filternden Arbeitszustandes dringen die Gasblasen weiter in den Sekundärkreis 120 ein. Die Gasblasen passieren den Volumenstrom-/Vortex-Durchflusssensor 130 und rufen Anomalien im Messsignal hervor, die vorzugsweise durch das Prüfen des Signal-Tastverhältnis, der maximal auftretenden Messfrequenz, der Frequenzsprünge oder einer beliebigen Kombination dieser Prüfverfahren ausgewertet werden.

[0054] Eine Elektronik 131, vorzugsweise mit Mikrocontroller oder Prozessor, wertet das Messsignal des Vortex-Durchflusssensors 130 hinsichtlich der Anomalien aus und zählt die Anzahl der Anomalien, vorzugsweise zyklisch innerhalb der Torzeit T_M . Nach dem Ablauf der Torzeit T_M werden die Zähler zurückgesetzt, wobei vor dem Zurücksetzen geprüft wird, ob ein oder mehrere Zähler einen Grenzwert überschreiten, sodass beim Überschreiten eines Schwellwertes ein Fehler ausgelöst wird. Der detektierte Fehler zeigt das Vorhandensein von Gasblasen im Sekundärkreis 120 an, sodass die Wärmepumpe 100 in einen sicheren Zustand versetzt wird, was in diesem Beispiel einem Schließen der ersten Absperrereinrichtung 122 entspricht.

[0055] Der sichere Zustand ist gegeben, durch das Sperren der ersten Absperrereinrichtung 122, da die Gasblasen zwischen der ersten Absperrereinrichtung 122 im Heizkreis und dem Wärmeübertrager 113 eingeschlossen werden.

[0056] Vorteil des erfindungsgemäßen Messverfahrens entsteht besonders dadurch, wenn es in der Kombination mit einem Vortex-Durchflusssensor 130 das Tastverhältnis des Messsignals überwacht. Dieses zeigt sich in Studien der Erfinder noch empfindlicher und genauer als eine Schwellwertüberschreitung oder eine Auswertung der Signalsteigung.

[0057] Vorteil bei der Verwendung eines Vortex-Durchflusssensors 130 allgemein ist seine hohe Empfindlichkeit, zum Beispiel im Hinblick auf ein Laufrad. Ein Vortex Sensor besitzt keine mechanisch beweglichen Teile im eigentlichen Sinne und unterliegt damit keiner Alterung, zum Beispiel durch Abnutzung von Lagern und Achsen.

[0058] Fig. 2 zeigt schematisch und exemplarisch einen weiteren Aufbau einer Ausführung des erfindungs-

gemäßen Wärmepumpensystems 100. Die Auswertelektronik des Vortex-Durchflusssensors 130 ist nicht gezeigt, hier ist fachmännisch eine beliebige der bekannten Umsetzungsmöglichkeiten vorgesehen.

[0059] Fig. 2 illustriert, wie beispielsweise eine Anordnung des Vortex-Durchflusssensors 130 "dicht" an dem Wärmeübertrager 113 ausgestaltet ist. Zwischen Wärmeübertrager 113 und Vortex-Durchflusssensor 130 ist lediglich der Gasabscheider 121 und ein Schlauch 141 angeordnet. Ferner ist zwischen dem Vortex-Durchflusssensor 130 und einer Kupplung 142 zum Anschluss beispielsweise des Heizungssystems an die Wärmepumpe 100 ebenfalls ein Schlauch 142 angeordnet. Damit ist eine sehr einfache Anordnung erreicht. Auch andere Ausgestaltungen sind hier natürlich möglich.

[0060] Das Signal bzw. die Frequenz des Vortex-Durchflusssensors 130 wird durch die Luftblasen/den Luftstrom beeinflusst.

[0061] Unter Verweis auf die weiteren Figuren 3 bis 6 werden beispielhafte Werte gezeigt, die experimentell für einen gewählten Vortex-Durchflusssensor 130 erhalten wurden. Die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf das Experiment und die daraus resultierenden Frequenzen beschränkt.

[0062] Die Erfindung macht sich die sprunghafte Änderung der Frequenz über der Zeit zu Nutze, um eine von verschiedenen Möglichen Logiken zu implementieren, welche zur Detektion von z.B. Propan eingesetzt werden könnte.

[0063] Untersucht man die Frequenzdaten der Laborversuche unter Berücksichtigung der Sensorkennwerte, so können für einen beispielhaften bestimmten Vortex-Durchflusssensor 130 folgende Grundparameter angenommen werden.

[0064] Die Parameter unterscheiden sich natürlich zwischen den Vortex-Durchflusssensoren und sind als beispielhaft zu verstehen. Ein Fachmann (m/w/d) kann ohne Schwierigkeiten anhand von Datenblättern bzw. Messversuchen der jeweiligen Vortex-Durchflusssensoren für den Anwendungsfall passende Parameter auffinden.

Frequenzgang ohne Gasblasen: 14Hz($T \approx 71$ ms) bis 227Hz($T \approx 4.4$ ms)

Frequenzmaximum mit Gasblasen: 3.6kHz($T \approx 277$ us)

Frequenzminimum mit Gasblasen: ≈ 0 Hz

Frequenzband ohne Gasblasen: ± 15 Hz bis ± 30 Hz

[0065] Die im Fluid injizierten Gasblasen zeigen im Sensorsignal einen Frequenzbereich bis ungefähr ≈ 3500 Hz und damit signifikant oberhalb der Frequenzen, die einen Durchfluss anzeigen. Anders ausgedrückt, Frequenzen deutlich oberhalb Frequenz für maximalen Volumenstrom sind nicht wie bisher allgemein angenom-

men ein Fehler des Sensors, sondern sie bieten eine zusätzliche Aussage, nämlich zeigen sie das Vorhandensein von Gasblasen an.

$f_{\text{LaborGasblasen}}$ [Hz]: 0-3500

[0066] Für den beispielhaft gewählten Sensor liegt der laut Datenblatt definierte Frequenzbereich des Sensors bei:

f_{out} [Hz]: 14-227

[0067] Für das Auswertekonzept wird der Arbeitsbereich daher wie folgt angesetzt, damit es sowohl den Durchflussbereich (14-227 Hz) als auch den Gasblasenbereich (bis 3500 Hz) abdeckt.

$f_{\text{Bandbreite}}$ [Hz]: 14-3500

[0068] Aus den maximal gemessenen Frequenzen im Fehlerfall und den spezifizierten Frequenzen um Normalfall ergibt sich eine Fehlerschwelle. Die maximal erwartbare Frequenz unter Berücksichtigung von Toleranzen und Sicherheit liegt beispielsweise bei:

f_{MaxFTH} [Hz]: 250

[0069] Die maximal mögliche Frequenzänderung hängt vom der maximal möglichen Volumenstromänderung ab.

[0070] Fig. 3 zeigt schematisch und exemplarisch einen Signalverlauf 200 bei geringem Durchfluss ohne Gasblasen. Die Signalbandbreite ist in diesem Beispiel ± 15 Hz um einen Mittelwert von 20 Hz.

[0071] Fig. 4 zeigt schematisch und exemplarisch einen Signalverlauf 205 bei hohem Durchfluss ebenfalls ohne Gasblasen. Die Signalbandbreite ist in diesem Beispiel ± 30 Hz um einen Mittelwert von 85 Hz.

[0072] Die zu erwartende Streuung des Frequenzbandes kann vorzugsweise wie folgt angesetzt werden:

Δf_{Max} [Hz]: ± 30

[0073] Typischerweise kann angenommen werden, dass im Fehlerfall ein Gasaustritt für $\approx 5\text{s}$ - 10s stattfindet. Die Reaktionszeit wird beispielsweise wie folgt gewählt:

T_{action} [s]: 2

[0074] Messungen zeigen ein bisher noch nicht beachtetes Verhalten. Der Eintrag von Gasblasen wirkt auf den piezoelektrischen Wandler des Vortex-Durchflusssensors 130 derart, dass er unsymmetrisch schwingt. Dies spiegelt sich in deutlichen Schwankungen des Tastverhältnisses wieder.

[0075] Vergleicht man die Sprünge im Tastverhältnis im Normalbetrieb und bei Gasblasen, so zeigen sich deutliche Unterschiede in der Schwankungsbandbreite. Hieraus ergibt sich die maximale Schwankung des Tastgrades um den Mittelwert von 50% zu:

ΔD_{Max} [%]: ± 10

[0076] Fig. 5 zeigt schematisch und exemplarisch einen Signalverlauf 210 bei geringem Durchfluss. Zu einem Zeitpunkt 212 sind starke Ausschläge in dem Signalverlauf 210 sichtbar. Die gravierenden Frequenzausschläge mit über 150 Hz sind indikativ für eine zwischenzeitige leichte Luftzufuhr.

[0077] Fig. 6 zeigt schematisch und exemplarisch einen Signalverlauf 215 bei mittlerem Durchfluss. Zu einem Zeitpunkt 217 sind ebenfalls starke Ausschläge in

dem Signalverlauf 215 sichtbar, die für eine zwischenzeitige leichte Luftzufuhr indikativ sind.

[0078] Es hat sich also herausgestellt, dass über geschickte Auswertung der Signale eines Vortex-Durchflusssensors, der zur Bestimmung eines Durchflusses bekannt ist, auch das Vorhandensein von Gasblasen detektierbar ist. Insbesondere ist es eine Erkenntnis der Erfinder der vorliegenden Erfindung, dass üblicherweise außerhalb des Betriebsbereichs des Vortex-Durchflusssensors indikativ dafür sind, dass Gasblasen vorhanden sind. Damit ist ein Beispiel für eine erfindungsgemäße Überwachung eines Wertes, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, geschaffen.

[0079] Hierfür wird das Frequenzsignal, das indikativ für den Durchfluss ist, überwacht. Werte, die außerhalb der für gemessene Durchflüsse üblichen Bereiche sind, nämlich des Tastverhältnisses, der maximalen Frequenz und/oder der Frequenzsprünge, werden erfindungsgemäß als Erkennungssignal für das Vorhandensein von Gasblasen herangezogen.

[0080] Gegenüber Flügelrädern haben Vortex-Durchflusssensoren den Vorteil, dass kein sich drehendes Flügelrad, das beispielsweise Verschleiß ausgesetzt ist und Ungenauigkeiten aufgrund der Rotationsbewegung im Messsignal aufweist, verwendet wird.

[0081] In Ausführungsformen ist bevorzugt, dass das Erkennen von Gasblasen durch das Überwachen des Frequenzsignals unter Verwendung einer oder mehrerer bestimmter Zeitspannen, TM, erfolgt. Innerhalb der bestimmten Zeitspanne TM wird die Abweichung des Tastverhältnisses DG vom Mittelwert DM überwacht, vorzugsweise mit einer bidirektionalen Fehlertoleranz DFT, sodass ein Überschreiten des Betrages des Tastverhältnisses $|DG| > DM + DFT$ zum Inkrementieren eines Zählers ND führt und dass, wenn innerhalb der Zeitspanne TM ein vorgegebene Zählerstand NDMAX überschritten wird, dass Sicherheitssystem anspricht und die Wärmepumpe in den sicheren Zustand schaltet und das, wenn der Zählerstand NDMAX nicht erreicht wird, der Zähler ND zurückgesetzt wird, sodass das Sicherheitssystem nicht aktiviert wird und eine neue zeitdiskrete Messung startet.

[0082] In Ausführungsformen ist bevorzugt, dass innerhalb der Zeitspanne TM die Sensorfrequenz fS überwacht wird und dass, wenn diese den vom Sensoraufbau physikalisch abhängigen Schwellwert des Normalbetriebes f_{smax} überschreitet, ein Zähler Nf inkrementiert wird und dass, wenn innerhalb der Zeitspanne TM ein vorgegebene Zählerstand NfMAX überschritten wird, das Sicherheitssystem anspricht und die Wärmepumpe in den sicheren Zustand schaltet und das, wenn der Zählerstand NfMAX nicht erreicht wird, der Zähler Nf zurückgesetzt wird, sodass das Sicherheitssystem nicht aktiviert wird und eine neue zeitdiskrete Messung startet.

[0083] In Ausführungsformen ist bevorzugt, dass innerhalb der Zeitspanne TM ein Mittelwert favr des Sensorsignals gebildet wird, sodass die Abweichung der

Messfrequenz f_s vom Mittelwert f_{avr} überwacht wird, vorzugsweise mit einer bidirektionalen Fehlertoleranz f_{FT} , sodass ein Überschreiten des Betrages der Messfrequenz $|f_s| > f_{avr} + f_{FT}$ zum Inkrementieren eines Zählers N_{favr} führt und dass, wenn innerhalb der Zeitspanne T_M ein vorgegebene Zählerstand $N_{favrMAX}$ überschritten wird, das Sicherheitssystem anspricht und die Wärmepumpe in den sicheren Zustand schaltet und das, wenn der Zählerstand $N_{favrMAX}$ nicht erreicht wird, der Zähler N_{favr} zurückgesetzt wird, sodass das Sicherheitssystem nicht aktiviert wird und eine neue zeitdiskrete Messung startet.

[0084] Die Möglichkeiten zur Erkennung von Gasblasen können in Ausführungsformen kombiniert werden, um eine höhere Erkennungssicherheit zu erreichen.

[0085] Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung zur Illustration eines ersten Gasabscheiders 400 zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Wärmepumpensystem. Der Gasabscheider 400 ist ein Zentrifugalabscheider und umfasst einen tangentialen Einlass 410 und einen radialen Auslass 420. In einem oberen Bereich umfasst der Gasabscheider 400 zudem einen Schnellentlüfter 427 und ein Sicherheitsüberdruckventil 425. Der Gasabscheider 400 weist an dem Auslass 420 eine erste Absperreinrichtung 422 auf, die in dieser Ausführungsform als druckgesteuerte Absperreinrichtung ausgestaltet ist. Alternativ zu einer druckgesteuerten Absperreinrichtung ist auch eine magnetgesteuerte Absperreinrichtung denkbar. Die Absperreinrichtung 422 wird derart angesteuert, dass im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises 120 korreliert, einen vordefinierten Schwellwert überschreitet, die erste Absperreinrichtung 422 geschlossen wird.

[0086] Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung zur Illustration eines zweiten Gasabscheiders zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Wärmepumpensystem. Der Gasabscheider 500 ist wiederum ein Zentrifugalabscheider und umfasst einen tangentialen Einlass 510 und einen radialen Auslass 520. In einem oberen Bereich umfasst der Gasabscheider 500 einen Schnellentlüfter 527 und ein Sicherheitsüberdruckventil 525. Das Sicherheitsüberdruckventil 525 ist in dieser Ausführungsform als Magnetventil ausgestaltet. Der Schnellentlüfter 527 umfasst einen Mikroschalter 528 mit einem Paddel. Abhängig von einem dynamischen Gasdruck, d.h. einer Gasströmung, in dem Schnellentlüfter 527 kann der Mikroschalter 528 ausgelöst werden und das Magnetventil angesteuert werden. Im Fall dass der Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises 120 korreliert, wird dann das Magnetventil, d.h. das Sicherheitsüberdruckventil 525 geöffnet.

[0087] Fig. 9 zeigt eine schematische Darstellung zur Illustration eines dritten Gasabscheiders 600 zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Wärmepumpensystem. Auch der Gasabscheider 600 ist ein Zentrifugalabscheider mit einem tangentialen Einlass 610 und einem radialen Auslass 620. Der Gasabscheider 600 um-

fasst einen Schnellentlüfter 627 und ein Sicherheitsüberdruckventil 625. Über ein Drosselelement 628 an dem Schnellentlüfter 627 kann ein zeitabhängiger Druck, das heißt ein Wert, der mit einer Gasströmung in dem Schnellentlüfter 627 korreliert, überwacht werden. Im Fall, dass der Wert, dass der Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises 120, einen vordefinierten Schwellwert überschreitet, wird das Sicherheitsüberdruckventil 625 geöffnet.

[0088] Fig. 10 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens 700. Das Verfahren ist zur Steuerung eines Wärmepumpensystems vorgesehen, wobei das Wärmepumpensystem einen Primärkreis zur Führung eines Kältemittels, einen Sekundärkreis zur Führung von Wasser und einen Wärmeübertrager zum Übertragen von Wärme zwischen dem Kältemittel und dem Wasser umfasst, wobei das Verfahren zumindest die Schritte 710, 720 und 730 umfasst, die im Folgenden beschrieben werden.

[0089] In Schritt 710 wird ein Wert, der mit einer Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, überwacht. In Schritt 720 wird der Wert, der mit einer Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, mit einem vordefinierten Schwellwert verglichen, und in Schritt 730 im Fall, dass der Wert, der mit einer Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, eine erste Absperreinrichtung, und vorzugsweise auch eine zweite Absperreinrichtung, in dem Sekundärkreis geschlossen.

[0090] Der Wert, der mit einer Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, ist vorzugsweise ein von einem Durchflussmesser, insbesondere einem Vortex-Durchflusssensor 130, gemessenes Durchflusssignal.

[0091] Das Verfahren 700 kann zum Beispiel durch ein erfindungsgemäßes Wärmepumpensystem 100, insbesondere der entsprechenden Steuerung, ausgeführt werden.

[0092] Alternativ kann in einem Schritt 730 im Fall, dass der Wert, der mit einer Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, ein Ventil in dem Gasabscheider geöffnet werden und ggf. eine Absperreinrichtung, insbesondere eine erste Absperreinrichtung und/oder eine zweite Absperreinrichtung, geschlossen werden.

[0093] Die erfindungsgemäßen Wärmepumpensysteme und die entsprechenden Verfahren ermöglichen, dass brennbares Kältemittel im Fall einer internen Leckage im Wärmeübertrager nicht über den Wasserkreislauf in den Heizbereich, der normalerweise in einem Wohnbereich eines Hauses angeordnet ist, gelangt. Dadurch kann die Sicherheit von Wohnbereichen mit den erfindungsgemäßen Wärmepumpensystemen erhöht werden.

[0094] Auch wenn in den Figuren verschiedene Aspekte oder Merkmale der Erfindung jeweils in Kombina-

tion gezeigt sind, ist für den Fachmann - soweit nicht anders angegeben - ersichtlich, dass die dargestellten und diskutierten Kombinationen nicht die einzig möglichen sind. Insbesondere können einander entsprechende Einheiten oder Merkmalskomplexe aus unterschiedlichen Ausführungsbeispielen miteinander ausgetauscht werden.

[0095] Es folgen weitere erfindungsgemäße Überlegungen:

Bei der Entwicklung einer neuen Luft-Wasser-Wärmepumpe mit R290, d.h. Propan, als Kältemittel wurde die Problematik erkannt, dass durch einen Defekt (zum Beispiel einem allgemeinen Defekt oder einem Defekt durch gefrierendes Wasser) am Wärmeübertrager, der zum Beispiel ein Plattenwärmeübertrager sein kann, Kältemittel in den Sekundärkreis, d.h. den Heizkreis der Wärmepumpe, eintreten kann, welches anschließend über das Verteilsystem in ein Haus gelangen kann.

[0096] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, die Menge an brennbarem Kältemittel, welche in das Verteilsystem des Hauses eintritt, auf eine unkritische Menge durch Abscheidung aus dem Wasser zu reduzieren.

[0097] Anwendung kann die Erfindung bei allen Wärmepumpenneuentwicklungen finden, welche brennbare Kältemittel zum Betrieb des Kältekreises verwenden.

[0098] Um zu verhindern, dass Kältemittel im Fall einer internen Leckage im Kältemittel/Wasser-Wärmeübertrager über den Wasserkreislauf ins Wohngebäude gelangt, wird nach einem Aspekt der Erfindung in Strömungsrichtung nach dem Gasabscheider ein druckgesteuertes Absperrventil verbaut. Die Steuerleitung wird in dieser Ausführungsform mit dem Ausgang des Schnellentlüfters verbunden. In der Steuerleitung ist ein Abgang, welcher über ein Drosselement in die Atmosphäre führt.

[0099] Gelangt Kältemittel über den Kältemittel/Wasser-Wärmeübertrager in den Sekundärkreis, wird dieses im Gasabscheider abgeschieden.

[0100] Um beim Ansprechen der Absperrereinrichtung einen zu großen Druckanstieg im Wasserkreis zu verhindern, wird vorzugsweise ein Sicherheitsüberdruckventil im Wasserkreislauf zwischen der ersten und zweiten Absperrereinrichtung angebracht. Die zweite Absperrereinrichtung wird vorzugsweise als Rückströmverhinderer, d.h. Rückschlagventil, ausgeführt. Der Betätigungsdruck der ersten Absperrereinrichtung ist bevorzugt 0,5 bis 1,2 bar, besonders bevorzugt 1 bar. Das Drosselement ist vorzugsweise eine Blende oder Kapillare.

Bezugszeichenliste

[0101]

100 Wärmepumpensystems

110 Primärkreis

111 Kältemittel/Luft-Wärmeübertrager

112 Verdichter

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

113 Kältemittel/Wasser-Wärmeübertrager

114 Expansionseinrichtung

115 Kältekreisumkehrereinrichtung

120 Sekundärkreis

121 Gasabscheider

122 erste Absperrereinrichtung

123 zweite Absperrereinrichtung

124 Umwälzpumpe

125 Sicherheitsüberdruckventil

127 Schnellentlüfter

129 Steuerleitung

130 Vortex-Durchflusssensor

131 Elektronik

141 Schlauch

142 Kupplung

200, 205, 210, 215 Signalverlauf

212, 217 Zeitpunkt

400 Gasabscheider

410 Einlass

420 Auslass

422 Absperrereinrichtung

425 Sicherheitsüberdruckventil

427 Schnellentlüfter

500 Gasabscheider

510 Einlass

520 Auslass

525 Sicherheitsüberdruckventil

527 Schnellentlüfter

528 Mikroschalter

600 Gasabscheider

610 Einlass

620 Auslass

625 Sicherheitsüberdruckventil

627 Schnellentlüfter

628 Drosselement

RL Rücklauf

TM Torzeit

VL Vorlauf

Patentansprüche

1. Wärmepumpensystem (100) mit:

einer Steuerung (131)

einem Primärkreis (110) zur Führung eines Kältemittels,

einem Sekundärkreis (120) zur Führung von Wasser, und

einem Wärmeübertrager (113) zum Übertragen von Wärme zwischen dem Kältemittel und dem Wasser,

wobei der Sekundärkreis (120) einen Gasabscheider (121, 400, 500, 600), einen oder mehrere Sensoren (130) und eine erste Absperrereinrichtung (122, 422) umfasst, wobei die Steuerung (131) dazu ausgestaltet ist,

- (a) einen Wert, der mit einer Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) korreliert, zu überwachen,
 (b) ein Überschreiten des Werts, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) korreliert, über einen vordefinierten Schwellwert zu erkennen, und
 (c) im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, die erste Absperreinrichtung (122, 422) zu schließen.
2. Wärmepumpensystem (100) nach Anspruch 1, wobei die Steuerung (131), dazu ausgebildet ist, die erste Absperreinrichtung (122, 422) zu schließen, wobei die Steuerung (131) auf einer Platine implementiert ist, die an die erste Absperreinrichtung (122, 422) und wenigstens einen des bzw. der Sensoren (130) angeschlossen ist.
3. Wärmepumpensystem (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Steuerung (131) ausgestaltet ist, um:
- (a) einen Wert zu überwachen, der mit einer Gasströmung in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) korreliert,
 (b) ein Überschreiten des Wertes, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) korreliert, über einen vordefinierten Schwellwert zu erkennen, und
 (c) im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, die erste Absperreinrichtung (122, 422) zu schließen.
4. Wärmepumpensystem (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Sekundärkreis (120) eine zweite Absperreinrichtung (123) umfasst, wobei im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, die zweite Absperreinrichtung (123) geschlossen wird.
5. Wärmepumpensystem (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) korreliert, ein Wert für einen Volumenstrom im Sekundärkreis (120) ist.
6. Wärmepumpensystem (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Wärmepumpensystem (100) eine Detektionseinrichtung (130) umfasst, die ausgestaltet ist, das Überschreiten des Wertes, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, über den vordefinierten Schwellwert zu erkennen.
7. Wärmepumpensystem (100) nach Anspruch 6, wobei die Detektionseinrichtung dazu ausgestaltet ist, einen relativen Wert, der mit der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises korreliert, zu detektieren.
8. Wärmepumpensystem (100) nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Detektionseinrichtung (130) einen Volumenstromsensor, insbesondere einen Vortex-Volumenstromsensor (130) umfasst.
9. Wärmepumpensystem (100) nach Anspruch 8, das weiter eine Steuerung (130) aufweist, welche dem Zweck dient, eine erste Absperreinrichtung zu schließen und die insbesondere auf einer Platine implementiert ist, welche an die erste Absperreinrichtung angeschlossen und mit dem Volumenstromsensor verbunden ist, deren Signale die Steuerung auswertet.
10. Wärmepumpensystem (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Gasabscheider (121, 400, 500, 600) ein Sicherheitsüberdruckventil (125, 425, 525, 625) umfasst, das ausgestaltet ist, ein Kältemittel und/oder Luft, das in den Gasabscheider (121, 400, 500, 600) gelangt, abzuführen.
11. Wärmepumpensystem (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Wärmepumpensystem (100) ausgestaltet ist, nach vollständiger Abführung des Kältemittels und/oder Luft aus dem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) die erste Absperreinrichtung (122, 422) zu öffnen.
12. Wärmepumpensystem (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Steuerung (131) in eine Regelung des Sekundärkreises (120) und/oder eine Regelung des Primärkreises (110) eingebettet ist.
13. Verfahren zur Steuerung eines Wärmepumpensystems, wobei das Wärmepumpensystem (100) einen Primärkreis (110) zur Führung eines Kältemittels, einen Sekundärkreis (120) zur Führung von Wasser, und einen Wärmeübertrager (113) zum Übertragen von Wärme zwischen dem Kältemittel und dem Wasser umfasst, wobei das Verfahren zumindest die Schritte umfasst:
- Überwachen eines Wertes, der mit der Gasmenge in einem Gasabscheider und/oder der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider in dem Sekundärkreis korreliert,
 Vergleichen des Wertes, der mit der Gasmenge in dem Gasabscheider und der Gasmenge in

der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider korreliert, mit einem vordefinierten Schwellwert,
im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in dem Gasabscheider und der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises nach dem Gasabscheider korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, Schließen einer ersten Absperreinrichtung in dem Sekundärkreis.

14. Wärmepumpensystem (100) mit:

einem Primärkreis (110) zur Führung eines Kältemittels,
einem Sekundärkreis (120) zur Führung von Wasser, und
einem Wärmeübertrager (113) zum Übertragen von Wärme zwischen dem Kältemittel und dem Wasser,
wobei der Sekundärkreis (120) einen Gasabscheider (121, 400, 500, 600) mit einem Sicherheitsüberdruckventil und bevorzugt eine erste Absperreinrichtung (122, 422) und/oder eine zweite Absperreinrichtung (123) umfasst, wobei das Wärmepumpensystem (100) eine Steuerung (131) umfasst, die ausgestaltet ist,

(a) einen Wert, der mit einer Gasmenge in dem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) und/oder der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) nach dem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) korreliert, zu überwachen,

(b) ein Überschreiten des Wertes, der mit der Gasmenge in dem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) und der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) nach dem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) korreliert, über einen vordefinierten Schwellwert zu erkennen, und

(c) im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in dem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) und der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) nach dem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, das Sicherheitsüberdruckventil in dem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) zu öffnen und bevorzugt die erste Absperreinrichtung (122, 422) und/oder die zweite Absperreinrichtung (123) zu schließen.

15. Wärmepumpensystem (100) nach Anspruch 14, wobei das Ablassventil ein elektrisch betätigbares Ventil, insbesondere ein über einen Paddelschalter elektrisch betätigbares Ventil oder über einen Differenzdruckschalter betätigbares Ventil, ist.

16. Verfahren zur Steuerung der ersten Absperreinrichtung (122, 422), wobei das Verfahren zumindest die Schritte umfasst:

(a) Überwachen eines Werts, der mit einer Gasmenge in dem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) und der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) nach dem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) korreliert,

(b) Erkennen eines Überschreitens des Wertes, der mit der Gasmenge in einem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) und der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) nach dem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) korreliert, über einen vordefinierten Schwellwert, und

(c) im Fall, dass der Wert, der mit der Gasmenge in dem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) und der Gasmenge in der Flüssigkeit des Sekundärkreises (120) nach dem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) korreliert, den vordefinierten Schwellwert überschreitet, Öffnen eines Sicherheitsüberdruckventils (125, 425, 525, 625) in dem Gasabscheider (121, 400, 500, 600) und vorzugsweise Schließen einer ersten Absperreinrichtung (122, 422) und/oder zweiten Absperreinrichtung (123).

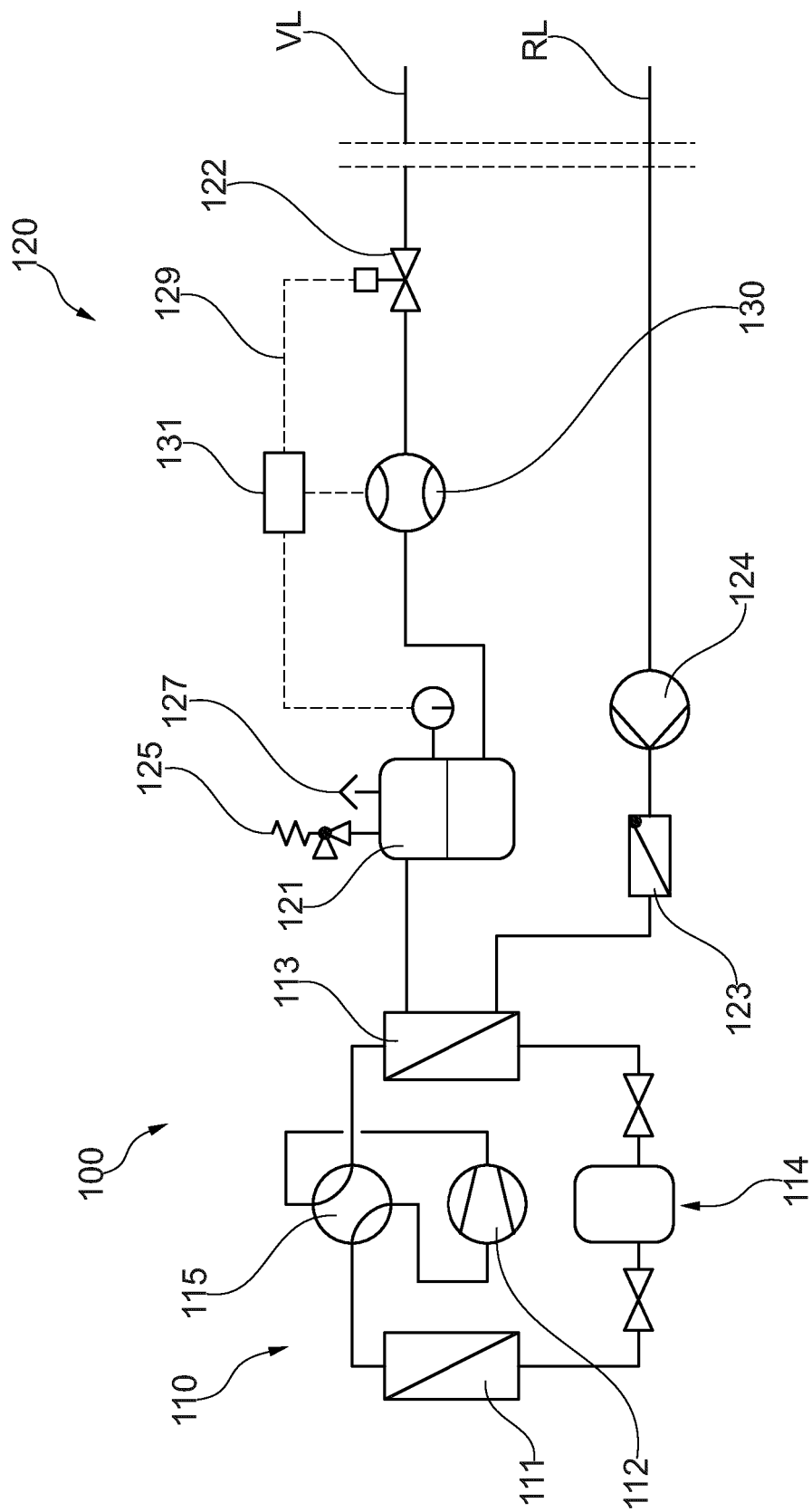
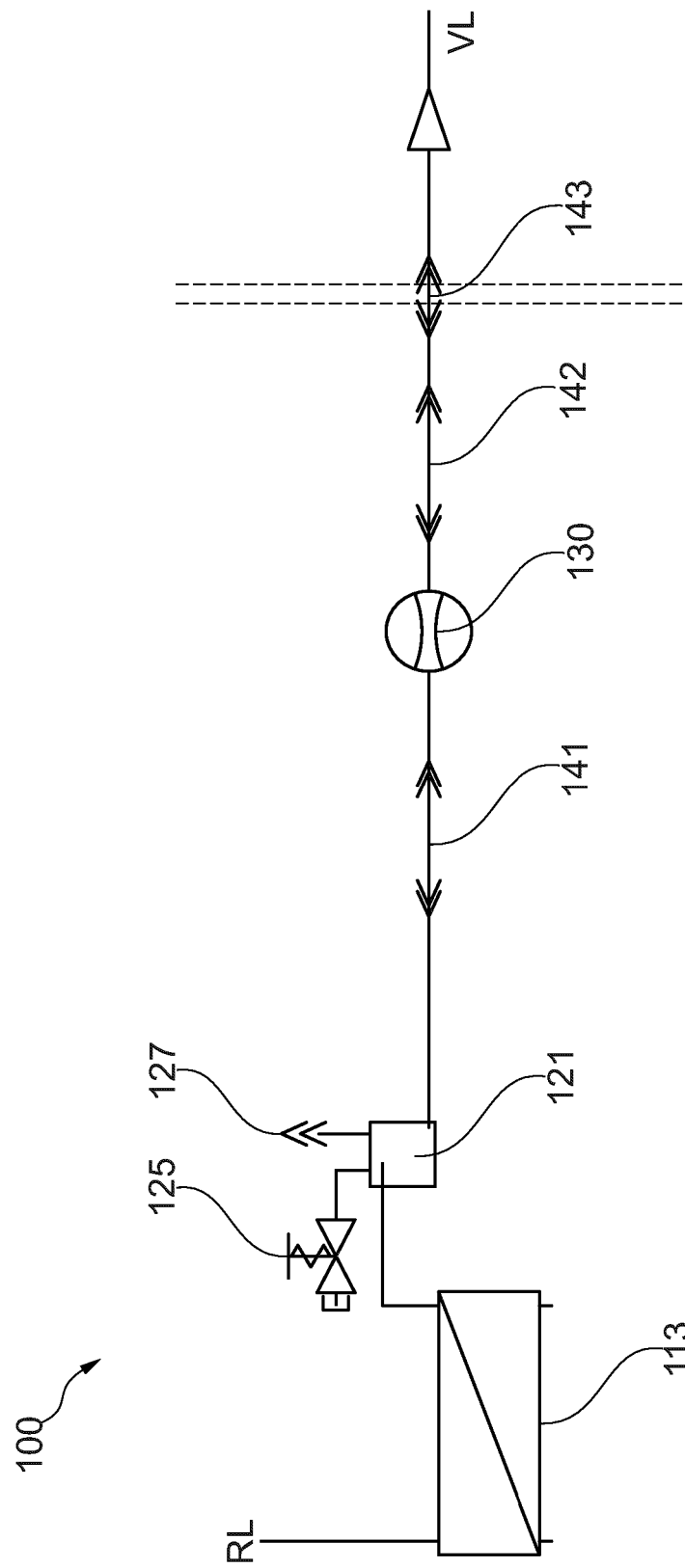


Fig. 1



200

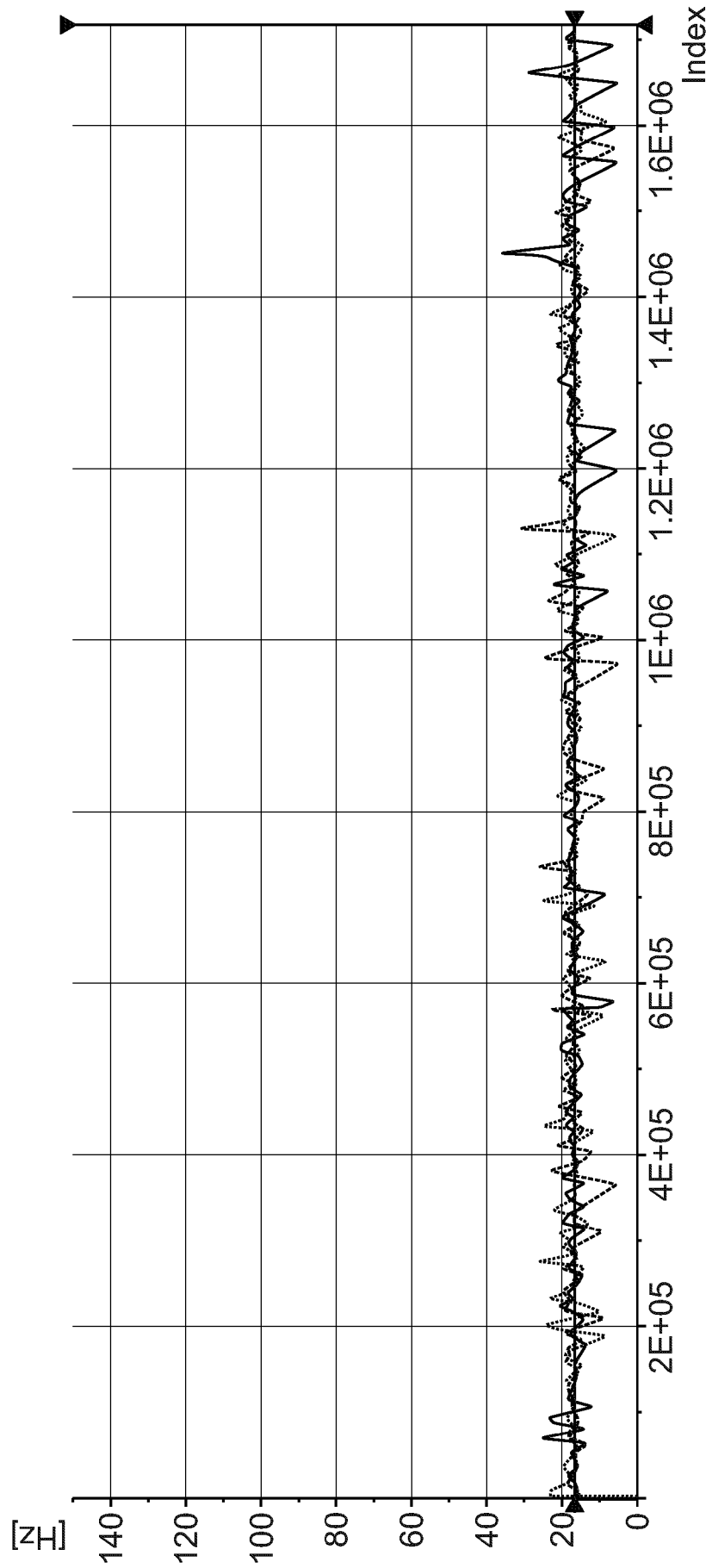


Fig. 3

205

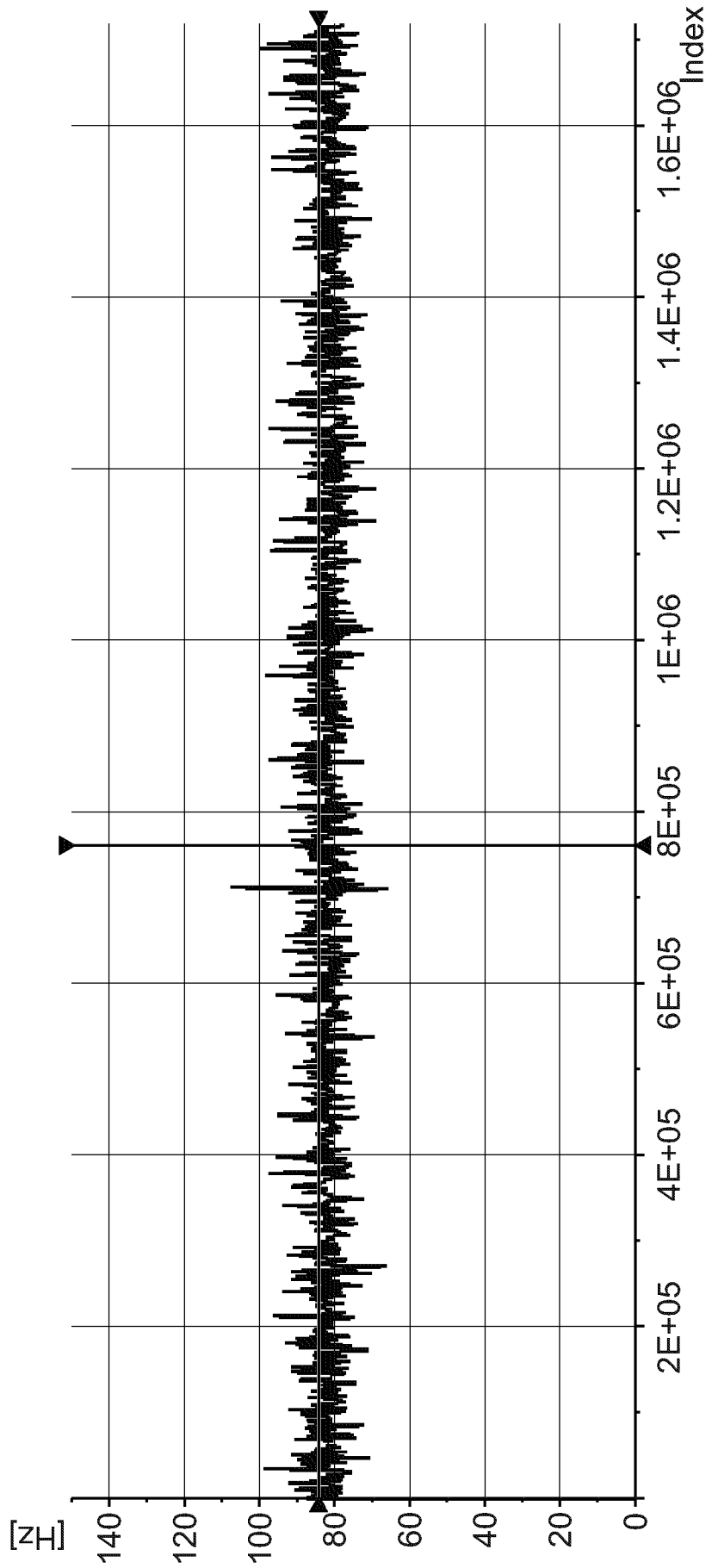


Fig. 4

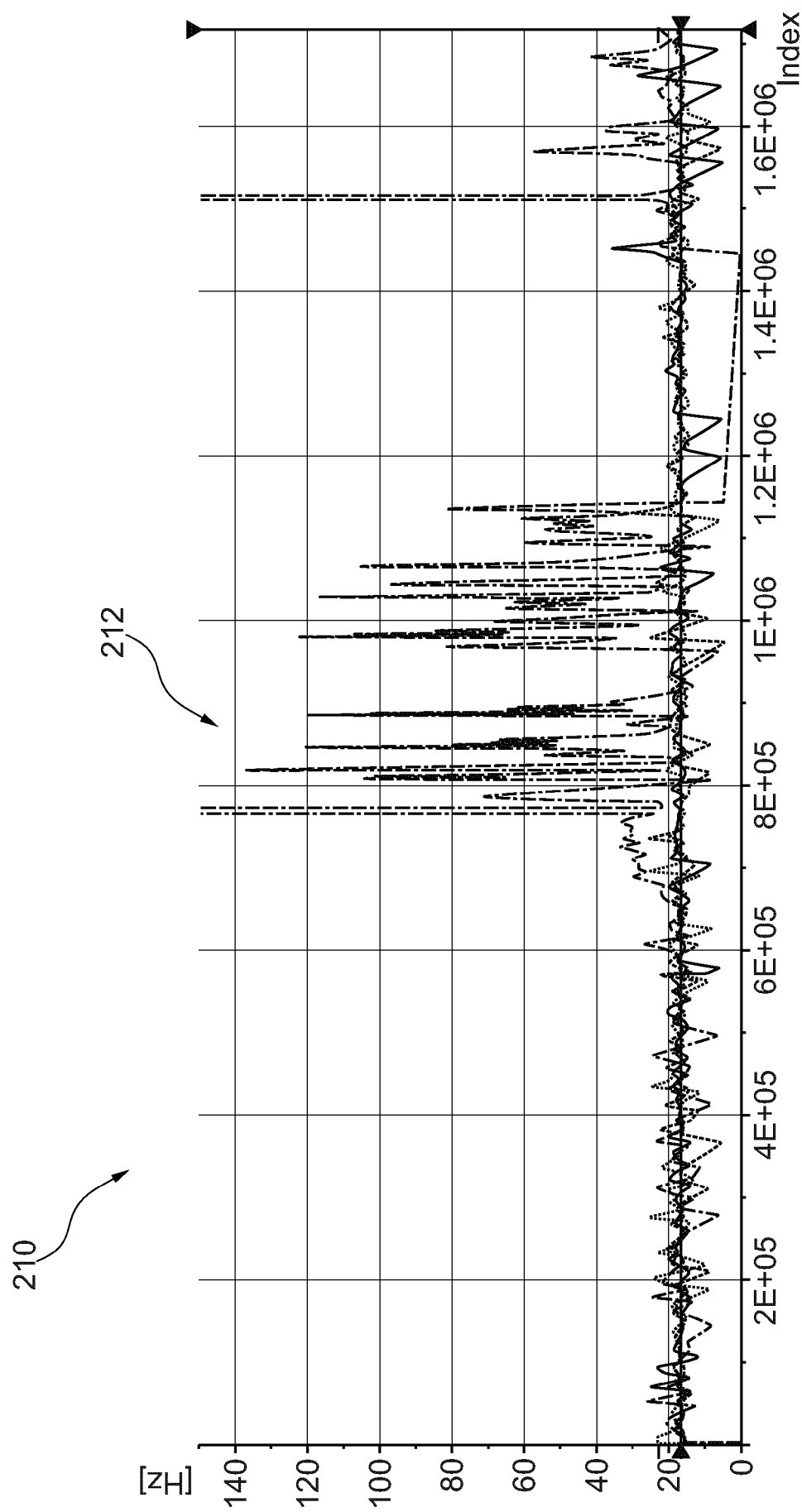


Fig. 5

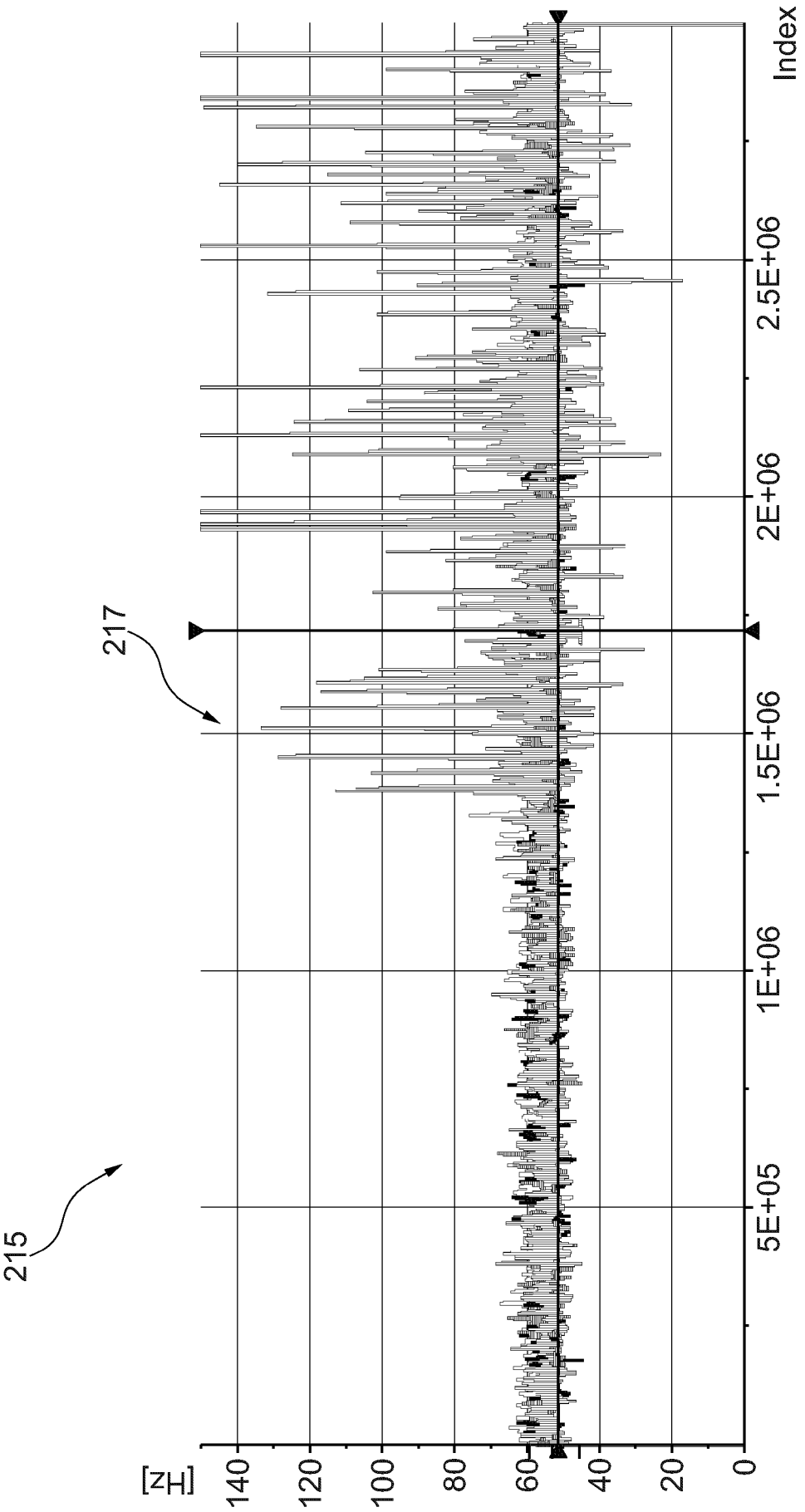


Fig. 6

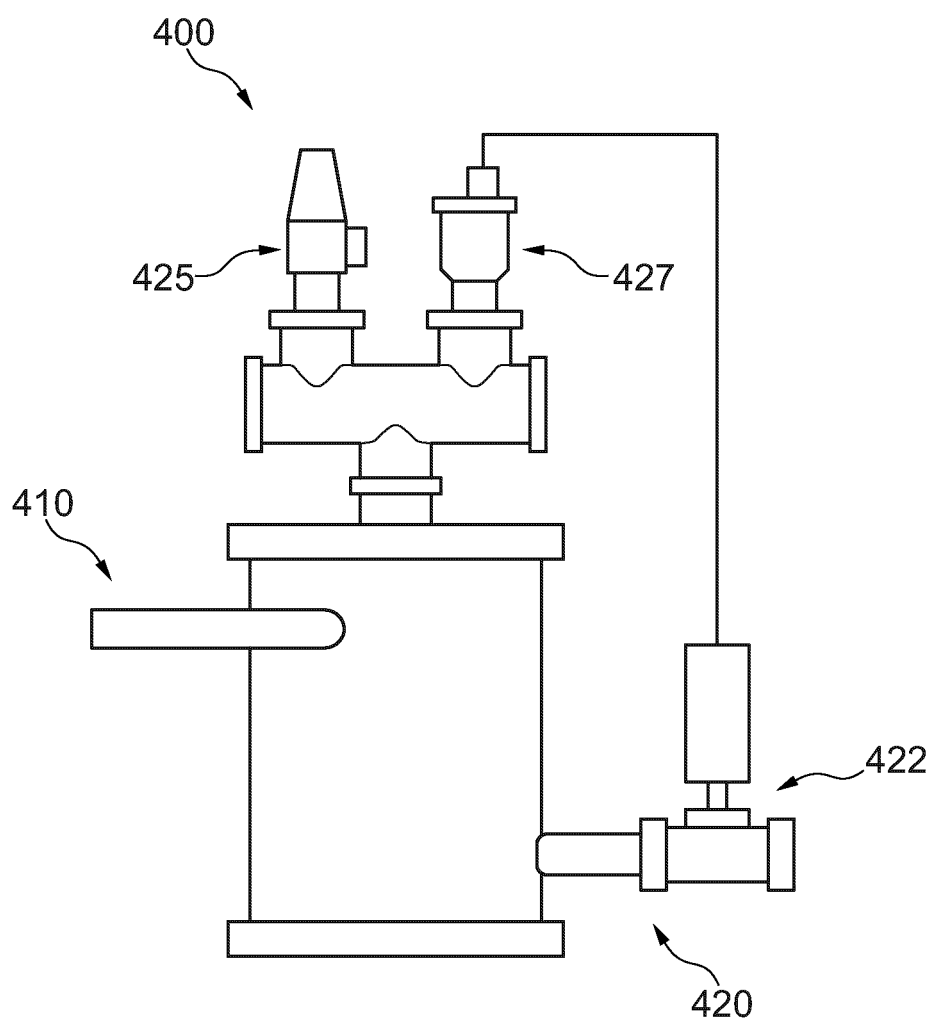


Fig. 7

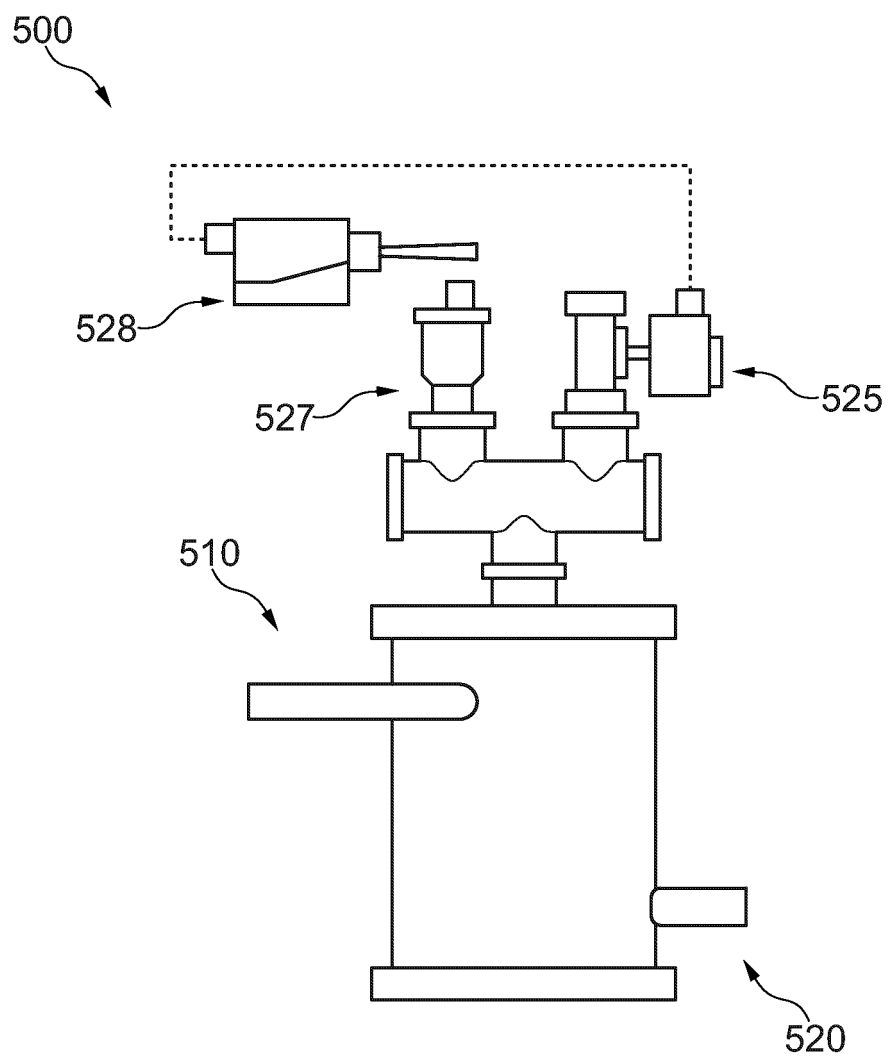


Fig. 8

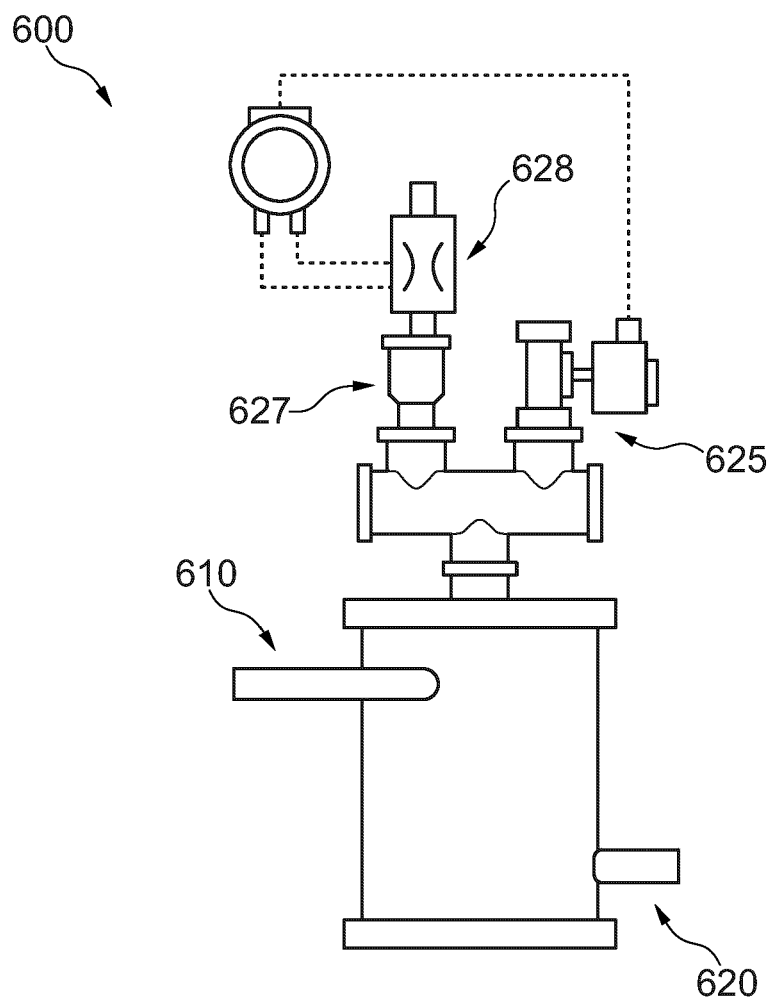


Fig. 9

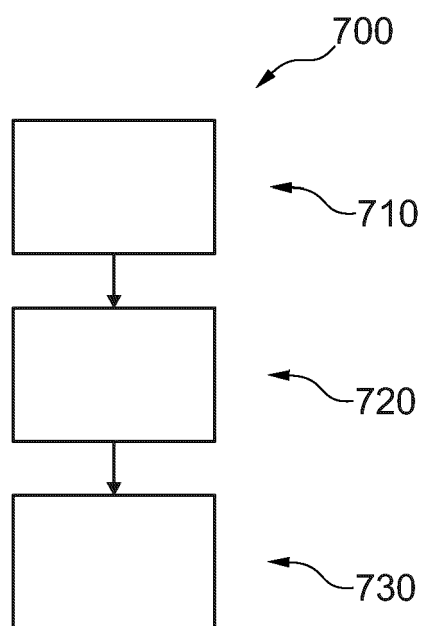


Fig. 10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 20 8280

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 4 075 078 A1 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 19. Oktober 2022 (2022-10-19)	1-4,6,7,9-16	INV. F24D19/08
Y	* Absatz [0013] - Absatz [0071]; Abbildungen 1, 3-5 *	5,8	F24H15/12

X	WO 2023/095427 A1 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 1. Juni 2023 (2023-06-01)	1-4,6-16	
	* Absatz [0012] - Absatz [0067]; Abbildungen 1, 3-5 *		

X	EP 3 967 943 A1 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 16. März 2022 (2022-03-16)	1,3-7,11-13	
	* Absatz [0011] - Absatz [0082]; Abbildungen 1, 3, 4, 6 *		

X	EP 4 212 784 A1 (VAILLANT GMBH [DE]) 19. Juli 2023 (2023-07-19)	1-3,5,6,11,13,14,16	
	* Absatz [0015] - Absatz [0030]; Abbildung 1 *		

X	US 11 506 411 B2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 22. November 2022 (2022-11-22)	1,13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* Spalte 2 - Spalte 16; Abbildungen 1-4 *		F24D F24H

Y	EP 4 194 769 A1 (GLEN DIMPLEX DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 14. Juni 2023 (2023-06-14)	5,8	
	* Absätze [0061], [0062] *		

A	WO 2023/139415 A1 (CALEFFI SPA [IT]) 27. Juli 2023 (2023-07-27)	1-16	
	* das ganze Dokument *		

A	EP 3 789 686 A1 (VAILLANT GMBH [DE]) 10. März 2021 (2021-03-10)	1-16	
	* das ganze Dokument *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
München		4. März 2025	
		Prüfer	
		Riesen, Jörg	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 24 20 8280

5

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

04 - 03 - 2025

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 4075078 A1	19-10-2022	EP 4075078 A1	19-10-2022
		JP 2022162184 A	24-10-2022
WO 2023095427 A1	01-06-2023	EP 4443075 A1	09-10-2024
		JP WO2023095427 A1	01-06-2023
		WO 2023095427 A1	01-06-2023
EP 3967943 A1	16-03-2022	EP 3967943 A1	16-03-2022
		JP 7557667 B2	30-09-2024
		JP 2022047569 A	25-03-2022
EP 4212784 A1	19-07-2023	DE 102022100817 A1	20-07-2023
		EP 4212784 A1	19-07-2023
US 11506411 B2	22-11-2022	EP 3809066 A1	21-04-2021
		US 2021231329 A1	29-07-2021
		WO 2019239556 A1	19-12-2019
EP 4194769 A1	14-06-2023	KEINE	
WO 2023139415 A1	27-07-2023	EP 4469737 A1	04-12-2024
		WO 2023139415 A1	27-07-2023
EP 3789686 A1	10-03-2021	DE 102019123513 A1	04-03-2021
		EP 3789686 A1	10-03-2021

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