



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.08.2023 Patentblatt 2023/33

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F25B 49/00 ^(2006.01) **F25B 49/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23153012.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F25B 49/005; F25B 49/022; F25B 2400/077;
F25B 2600/025; F25B 2600/0271; F25B 2700/1931

(22) Anmeldetag: **24.01.2023**

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

(72) Erfinder:
• **CUENCA GARCIA, Francisco Felipe**
35457 Lollar (DE)
• **WERNER, Holger**
35108 Allendorf (DE)

(74) Vertreter: **MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann**
Patentanwälte PartG mbB
Paul-Heyse-Strasse 29
80336 München (DE)

(30) Priorität: **10.02.2022 DE 102022103183**

(71) Anmelder: **Viessmann Climate Solutions SE**
35108 Allendorf (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM PRÜFEN EINES SICHERHEIT-HOCHDRUCKSCHALTERS**

(57) Ein Wärmepumpensystem umfasst ein Wärmeträgermedium (H) und eine Wärmepumpe (1) mit einem Kreislauf, in dem ein Kältemittel zirkuliert. Der Kreislauf ist über einen Wärmetauscher (5) mit dem Wärmeträgermedium (H) gekoppelt. Ein Drucksensor (11) misst einen Druck des Kältemittels. Ein Sicherheit-Hochdruckschalter (12), SHD, dient zum Abschalten eines Verdichters (4) der Wärmepumpe (1) bei Erreichen eines vorgegebenen zweiten Grenzwerts. Eine Regeleinrichtung (10) regelt eine Drehzahl des Verdichters (4) in Abhängigkeit des gemessenen Drucks und schaltet den Verdichter (4) ab, wenn der gemessene Druck gleich groß wie oder größer als ein erster Grenzwert ist. In einem zweiten Betriebszustand wird der erste Grenzwert auf einen Wert angehoben, der gleich groß wie oder größer als der zweite Grenzwert ist. Falls der SHD (12) beim zweiten Grenzwert die Sicherheitsabschaltung durchführt, wird eine Erfolgsmeldung ausgegeben. Falls der SHD (12) beim zweiten Grenzwert keine Sicherheitsabschaltung durchführt, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

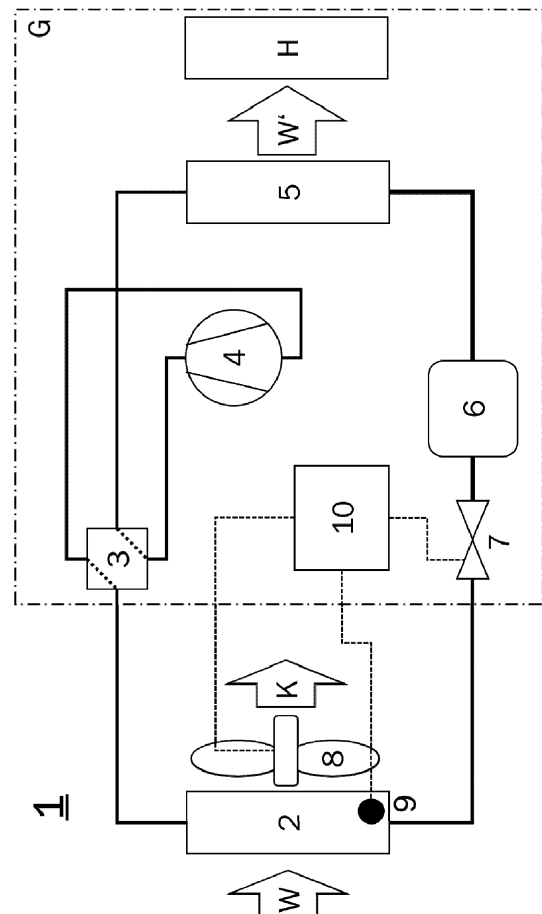


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Prüfen eines Sicherheit-Hochdruckschalters in einem Wärmepumpensystem sowie ein Wärmepumpensystem mit einem Sicherheit-Hochdruckschalter. Insbesondere soll der Sicherheit-Hochdruckschalter geprüft werden können, so dass ein unnötiges Austauschen des Sicherheit-Hochdruckschalters vermieden werden kann.

[0002] 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. Das Heizen mit Umweltwärme ist einerseits klimafreundlich. Andererseits bieten viele Energieversorger seit einigen Jahren spezielle Wärmepumpentarife an, die finanziell attraktiver sind als ein normaler Stromtarif.

[0003] Eine gattungsgemäße Wärmepumpe weist einen Kreislauf für ein Kältemittel auf. Als Kältemittel kann beispielsweise R290 verwendet werden. An einem Verdampfer nimmt das Kältemittel Wärme aus der Umgebung auf. Eine mögliche Störungsursache bei Wärmepumpen ist, dass sich am Verdampfer eine Eisschicht bildet, die den Wärmeübertrag am Verdampfer behindert. Die Eisschicht muss dann in der Regel durch einen Abtauprozess entfernt werden. Die Notwendigkeit des Abtauens führt zu verkürzten Heizzyklen und somit zu einer verringerten Betriebsbereitschaft der Wärmepumpe.

[0004] Fig. 1 illustriert schematisch den Aufbau einer gattungsgemäßen Luft-Wasser-Wärmepumpe 1 für ein Gebäude G. Die Wärmepumpe 1 nutzt die Umgebungsluft als Wärmequelle, um das Gebäude mit Wärme zu versorgen. Im Betrieb saugt ein Ventilator 8 Umgebungsluft an und leitet diese über einen Wärmeübertrager beziehungsweise Verdampfer 2, der außerhalb oder auch innerhalb des Gebäudes G angeordnet sein kann, um Wärme aus der Umgebungsluft aufzunehmen. Im Verdampfer 2 zirkuliert ein Kältemittel, das aufgrund seiner thermischen Eigenschaften seinen Aggregatzustand bei einer relativ niedrigen Temperatur von flüssig zu gasförmig ändert, also verdampft. Eine solche Wärmepumpe ist nicht auf die Verwendung in einem Gebäude beschränkt und könnte beispielsweise auch in einem Fahrzeug verwendet werden.

[0005] Im Verdampfer 2 wird der zugeführten (warmen) Außenluft W Wärme entzogen, so dass sich das Kältemittel erwärmt und verdampft. Die Temperatur des dabei entstehenden Dampfes ist für typische Heizungs- oder Warmwasseranwendungen noch verhältnismäßig niedrig. Dies liegt unter anderem daran, dass die aufgenommene Wärme als Verdampfungswärme genutzt wird, und nicht zu einem Erwärmen des Kältemittels führt. Vom Verdampfer 2 strömt der Dampf weiter über ein Vierwegeventil 3 zu einem (elektrisch angetriebenen) Verdichter 4. Der Verdichter 4 erhöht den Druck, so dass die Temperatur des Kältemittels auf ein gewünschtes Tem-

peraturniveau ansteigt. In der Folge strömt das erwärmte Kältemittel weiter zu einem weiteren Wärmeübertrager, dem Verflüssiger 5. Im Verflüssiger 5 überträgt das Kältemittel seine Wärme auf ein Wärmeträgermedium eines nicht näher dargestellten Heizsystems H des Gebäudes G und verflüssigt sich dabei wieder.

[0006] Die so gewonnene Wärme W' kann beispielsweise zum Heizen oder zur Warmwasserbereitung genutzt werden. Das verflüssigte Kältemittel sammelt sich zunächst in einem Sammler 6. Anschließend durchströmt das Kältemittel ein Expansionsventil 7, wobei Druck und Temperatur des Kältemittels wieder auf das Ausgangsniveau absinken, so dass der Kreislauf von vorne beginnen kann.

[0007] Im oder am Verdampfer 2, beispielsweise am Austritt des Verdampfers 2, ist ein Temperatursensor 9 angeordnet, der die Temperatur, insbesondere die Verdampfungstemperatur des Kältemittels misst. Eine Regeleinrichtung 10 der Wärmepumpe 1 überwacht die Verdampfungstemperatur und kann eine Drehzahl des Ventilators 8 und/oder einen Öffnungsgrad des Expansionsventils 7 in Abhängigkeit der gemessenen Verdampfungstemperatur regeln. Ferner kann im oder am Verdampfer 2, beispielsweise am Austritt des Verdampfers 2, ein Drucksensor zum Messen des Drucks, insbesondere des Verdampfungsdrucks des Kältemittels angeordnet sein. Durch Messen der Temperatur und des Drucks des Kältemittels im Verdampfer können die Verdampfungstemperatur und die Überhitzung des Kältemittels ermittelt werden.

[0008] Eine gattungsgemäße Wärmepumpe 1 wie in Fig. 1 weist üblicherweise einen Drucksensor und einen Sicherheit-Hochdruckschalter (SHD) auf, der ein Bersten des Kältekreises bei fehlerhafter Ausregelung verhindern soll. Die Signale vom SHD und vom Drucksensor können insbesondere einer Regeleinrichtung 10 und gegebenenfalls einem Wechselrichter der Wärmepumpe 1 zugeführt werden. Die Regeleinrichtung 10 regelt oder steuert unter anderem eine Drehzahl des Verdichters 4.

[0009] Im normalen Betrieb ist der vom Drucksensor gemessene Druck im normalen Regelbereich, so dass der SHD nie auslösen sollte. Im Falle eines Fehlers in der Regeleinrichtung 10 oder im Drucksensor schaltet der SHD den Verdichter 4 beim Überschreiten eines Grenzdruks im Kältekreis ab, um einen gefährlichen Anstieg des Drucks und somit ein Bersten des Kältekreises zu verhindern.

[0010] Aus der DE 10 2007 052 532 A1 ist ein Sicherheitssystem für Kälteverdichter in Kälteanlagen bekannt. Das Sicherheitssystem erfasst computergesteuert Zustände in der Kälteanlage. Dabei werden gleichzeitig unter anderem ein Sicherheitshochdruckbegrenzer und ein Hochdruckschalter erfasst und ausgewertet. Jede Sicherheitseinrichtung der Kälteanlage hat Einfluss auf die Funktion des Kälteverdichters bzw. der Kälteverdichter. Der Sicherheitshochdruckbegrenzer schaltet bei Störung den Verdichter sofort ab und eine automatische Rückschaltung ist nicht möglich. Der Hochdruckschalter

schaltet bei Störung den Verdichter sofort ab und eine mehrmalige automatische Rückschaltung ist möglich. Das Sicherheitssystem kann bei allen Kälteanlagen mit mindestens einem Kälteverdichter, d.h. auch bei Wärmepumpen, Trocknungsanlagen, Eismaschinen und Entfeuchtungsanlagen mit einem oder mehreren Verdichtern eingesetzt werden.

[0011] Für den sicheren Betrieb eines Wärmepumpensystems muss das Sicherheitssystem, also z.B. der SHD, zu festgelegten regelmäßigen Wartungsintervallen geprüft oder ausgetauscht werden. Oft schreibt ein Hersteller eines SHD eine Lebensdauer vor, die einen fehlerfreien SHD garantieren soll. Das prophylaktische Austauschen eines eigentlich funktionsfähigen SHD kann jedoch einen hohen Zeitaufwand sowie hohe Kosten verursachen.

[0012] Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, die im Stand der Technik bekannten Probleme zu überwinden und ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren zum Prüfen eines Sicherheit-Hochdruckschalters anzugeben. Insbesondere soll ein unnötiges Austauschen eines funktionsfähigen SHDs vermieden werden.

[0013] Die Lösung der Aufgabe gelingt durch ein Verfahren zum Prüfen eines Sicherheit-Hochdruckschalters nach Anspruch 1 sowie durch ein Wärmepumpensystem nach Anspruch 6.

[0014] Ein erfindungsgemäßes Wärmepumpensystem umfasst ein Wärmeträgermedium. Das Wärmeträgermedium transportiert Wärme zum Heizen oder Kälte zum Kühlen des Gebäudes. Als Wärmeträgermedium zum Heizen kann beispielsweise Wasser verwendet werden, das in einem Heizkreis des Gebäudes zirkuliert. Alternativ oder zusätzlich kann zum Kühlen oder Heizen Luft verwendet werden, die beispielsweise in einem offenen Kreislauf zirkuliert. Das Wärmepumpensystem kann somit Bestandteil einer Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und/oder Kältetechnik-Anlage (HLKK-Anlage sein).

[0015] In einer bevorzugten Ausführung kann das Wärmepumpensystem sowohl zum Kühlen als auch zum Heizen des Gebäudes ausgelegt sein. Entsprechend können getrennte Heizkreise bzw. Kühlleitungen und/oder Lüftungsleitungen für jeweils geeignete Wärmeträgermedien vorhanden sein. Die Heizkreise bzw. Kühlleitungen und/oder Lüftungsleitungen können eine für das jeweilige Wärmeträgermedium geeignete Umwälzeinrichtung aufweisen, beispielsweise eine Pumpe und/oder einen Ventilator.

[0016] Das Wärmepumpensystem umfasst eine Wärmepumpe mit einem Kreislauf, in dem ein Kältemittel zirkuliert. Der Kreislauf ist über einen Wärmetauscher mit dem Wärmeträgermedium zum Heizen und/oder Kühlen des Gebäudes gekoppelt.

[0017] Das Wärmepumpensystem umfasst einen Drucksensor zum Messen eines Drucks des Kältemittels im Kreislauf der Wärmepumpe. Der Drucksensor weist vorzugsweise einen Messbereich von 30 bar(g) bis 40 bar(g) auf, besonders vorzugsweise bis zu 45 bar(g), wei-

ter vorzugsweise bis zu 46 bar(g), nochmals besonders vorzugsweise bis zu 50 bar(g).

[0018] Das Wärmepumpensystem umfasst einen Sicherheit-Hochdruckschalter, SHD, zum Abschalten eines Verdichters der Wärmepumpe, wenn der gemessene Druck einen vorgegebenen zweiten Grenzwert erreicht. Der SHD kann insbesondere eine harte Abschaltung durchführen, so dass ein erneutes Starten des Verdichters z.B. nur durch einen Servicetechniker nach Durchführen einer Sicherheitsroutine vorgenommen werden kann.

[0019] Das Wärmepumpensystem umfasst eine Regeleinrichtung zum Regeln und/oder Steuern der Wärmepumpe. Im Folgenden wird der Begriff Regeln sowohl für Regelals auch Steuerverfahren verwendet. Die Regeleinrichtung gibt über eine geeignete Schnittstelle sowie geeignete Signalleitungen entsprechende Regelsignale an die Wärmepumpe, insbesondere an den Verdichter der Wärmepumpe aus.

[0020] Ferner kann die Regeleinrichtung Sensorsignale vom Drucksensor empfangen und auswerten. Hierzu kann die Regeleinrichtung eine geeignete Recheneinrichtung und/oder Speichereinrichtung aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann die Regeleinrichtung die empfangenen Signale über ein geeignetes Netzwerk an eine geographisch entfernt angeordnete zentrale Datenverarbeitungseinrichtung übertragen und/oder Regelparameter von der Datenverarbeitungseinrichtung empfangen.

[0021] Die Datenverarbeitungseinrichtung kann beispielsweise eine Cloud und/oder ein Server sein, die und/oder der mit dem Internet verbunden ist/sind. Die Regeleinrichtung kann beispielsweise über ein Gateway mit dem Internet verbunden sein. Ferner kann die Regeleinrichtung über das Internet Meldungen an einen Benutzer oder Betreiber des Wärmepumpensystems ausgeben, insbesondere an ein mobiles Endgerät des Benutzers oder Betreibers. Der Benutzer bzw. Betreiber des Wärmepumpensystems kann beispielsweise ein Servicetechniker sein.

[0022] Die Regeleinrichtung umfasst ferner eine Schnittstelle zum Ausgeben einer Fehlermeldung. Die Schnittstelle kann insbesondere wie oben beschrieben das Übertragen einer Nachricht an das mobile Endgerät des Benutzers oder Betreibers ermöglichen. Zusätzlich oder alternativ kann die Regeleinrichtung eine Anzeigeeinrichtung, z.B. einen Bildschirm, zum Ausgeben der Fehlermeldung aufweisen.

[0023] Als Schnittstelle der Regeleinrichtung zum Ausgeben von Meldungen an einen Benutzer oder Betreiber kann im Allgemeinen eine Mensch-Maschine-Schnittstelle ("Human-Machine-Interface", HMI) verstanden werden, über die der Benutzer oder Betreiber vorzugsweise auch Eingaben machen kann. Das HMI kann in einer bevorzugten Ausführung eine Anwendung ("App") auf dem mobilen Endgerät des Benutzers oder Betreibers sein. Auch die Cloud oder der Server können als Schnittstelle verwendet werden. So kann insbesondere

über einen Internetbrowser ein Zugriff auf Daten in der Cloud oder auf dem Server ermöglicht werden, wobei hierdurch auch regelungstechnische Eingriffe ermöglicht werden können.

[0024] Erfindungsgemäß kann die Wärmepumpe in einem ersten Betriebszustand als Wärme- oder Kälteerzeuger für ein Wärmeträgermedium betrieben werden. Im ersten Betriebszustand wird ein Druck des Kältemittels, das in einem Kreislauf der Wärmepumpe zirkuliert, durch einen Drucksensor gemessen. Eine Drehzahl des Verdichters der Wärmepumpe wird in Abhängigkeit des gemessenen Drucks von der Regeleinrichtung geregelt. Die Regeleinrichtung schaltet den Verdichter ab, wenn der gemessene Druck gleich groß wie oder größer als ein vorgegebener erster Grenzwert ist.

[0025] Die Abschaltung des Verdichters durch die Regeleinrichtung beim Erreichen des ersten Grenzwerts kann reversibel sein, da der Anstieg nicht notwendiger Weise durch einen sicherheitskritischen Zustand verursacht wird. Der erste Grenzwert verhindert, dass der Druck den zweiten Grenzwert erreicht, bei dem die Abschaltung vom SHD durchgeführt wird. Trotzdem kann die Regeleinrichtung vorzugsweise eine Fehlermeldung ausgeben bzw. speichern, wenn der erste Grenzwert erreicht wird.

[0026] Der erste Betriebszustand entspricht einem Normalbetrieb der Wärmepumpe. Vorzugsweise kann ein Benutzer oder Betreiber die Wärmepumpe über die Schnittstelle in den ersten Betriebszustand versetzen.

[0027] Erfindungsgemäß kann die Wärmepumpe in einem zweiten Betriebszustand zum Prüfen des SHD betrieben werden. Der zweite Betriebszustand umfasst zusätzlich ein Anheben des ersten Grenzwerts auf einen Wert, gleich groß wie oder größer als ein vorgegebener zweiter Grenzwert des SHD, bei dem der SHD eine Sicherheitsabschaltung des Verdichters durchführen soll. Durch das Anheben des ersten Grenzwerts mindestens auf den Wert des zweiten Grenzwerts, kann ein Auslösen des SHD provoziert werden, da nun keine Abschaltung durch die Regeleinrichtung durchgeführt wird, bevor der zweite Grenzwert erreicht werden kann. Somit ermöglicht das Anheben des ersten Grenzwerts erst das Prüfen, ob der SHD beim Erreichen des zweiten Grenzwerts auslöst.

[0028] Der zweite Betriebszustand entspricht einem Wartungszustand bzw. Prüfmodus der Wärmepumpe. Vorzugsweise kann ein Benutzer oder Betreiber die Wärmepumpe über die Schnittstelle in den zweiten Betriebszustand versetzen. Im zweiten Betriebszustand wird eine Prüfung des SHD durchgeführt.

[0029] Falls der SHD beim Erreichen des zweiten Grenzwerts die Sicherheitsabschaltung durchführt, wird eine Erfolgsmeldung über die Schnittstelle der Regeleinrichtung ausgegeben und die Wärmepumpe wird wieder in den ersten Betriebszustand versetzt. Mit anderen Worten, der SHD hat die Prüfung bestanden und kann weiterhin für einen sicheren Betrieb der Wärmepumpe verwendet werden.

[0030] Falls der SHD beim Erreichen des zweiten Grenzwerts keine Sicherheitsabschaltung durchführt, wird eine Fehlermeldung über die Schnittstelle der Regeleinrichtung ausgegeben. Bevorzugte Ausführungen zum Ausgeben der Fehlermeldung, beispielsweise an einen Servicetechniker, wurden oben beschrieben.

[0031] Die Fehlermeldung zeigt dem Empfänger, also beispielsweise dem Benutzer oder Betreiber an, dass der SHD nicht ordnungsgemäß funktioniert. Entsprechend kann ein Austauschen des SHDs notwendig sein. Die Fehlermeldung kann vorzugsweise eine Handlungsempfehlung wie zum Beispiel eine Aufforderung zum Austauschen des SHDs umfassen.

[0032] Der zweite Betriebszustand umfasst vorzugsweise einen Schritt des Unterbrechens eines Volumenstroms des Wärmeträgermediums des Wärmepumpensystems, welches über einen Wärmetauscher mit dem Kreislauf der Wärmepumpe gekoppelt ist. Durch das Unterbrechen des Volumenstroms kann der Druck im Kältemedium schneller ansteigen, da die Wärme am Wärmetauscher nicht mehr, oder zumindest deutlich weniger vom Wärmeträgermedium abgenommen wird. Somit kann die benötigte Zeit für die Überprüfung des SHD verringert werden.

[0033] In einer bevorzugten Ausführung kann die Regeleinrichtung die Drehzahl des Verdichters im ersten Betriebszustand variabel regeln. In anderen Ausführungen kann der Verdichter mit konstanter Drehzahl betrieben werden, so dass die Regeleinrichtung den Verdichter modulierend betreiben kann, also nur für bestimmte Zeitintervalle ein und ausschaltet.

[0034] In einer bevorzugten Ausführung erhöht die Regeleinrichtung die Drehzahl des Verdichters im zweiten Betriebszustand kontinuierlich, bis der zweite Grenzwert erreicht wird. Alternativ, bei einem Verdichter mit konstanter Drehzahl, kann die Regeleinrichtung den Verdichter beispielsweise ohne Unterbrechung betreiben, bis der zweite Grenzwert erreicht wird. Durch Erhöhen der Drehzahl, bzw. durch kontinuierliches Betreiben bei fester Drehzahl, steigt der Druck im Kältemittel, so dass der erste bzw. zweite Grenzwert erreicht werden kann, und eine Sicherheitsabschaltung provoziert wird.

[0035] Vorzugsweise weist der Drucksensor eine negative Toleranz auf. Ferner wird vorzugsweise der erste Grenzwert im zweiten Betriebszustand auf einen Wert eingestellt, der um mehr als die negative Toleranz größer ist als der zweite Grenzwert. Insbesondere ist der erste Grenzwert im zweiten Betriebszustand um einen Sicherheitsabstand größer als der zweite Grenzwert. Ein bevorzugter Drucksensor weist insbesondere gemäß Bauprüfung keine positive Toleranz auf.

[0036] Die negative Toleranz gibt eine erlaubte Abweichung des gemessenen Drucks nach unten an. Das heißt, dass ein tatsächlicher Druck um eine Abweichung von beispielsweise 5% kleiner sein kann als ein gemessener Druck. Hierdurch wird sichergestellt, dass der tatsächliche Druck nur kleiner sein kann als der gemessene Druck. Die positive Toleranz gibt entsprechend eine er-

laubte Abweichung des gemessenen Drucks nach oben an. Da der bevorzugte Drucksensor keine positive Toleranz aufweisen darf, kann sichergestellt werden, dass der tatsächliche Druck nie höher als der gemessene Druck ist, was zum sicheren Betrieb der Wärmepumpe beiträgt.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0037] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen werden nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels, auf welches die Erfindung jedoch nicht beschränkt ist, näher beschrieben.

[0038] Es zeigen schematisch:

- Figur 1** illustriert eine gattungsgemäße Wärmepumpe.
- Figur 2** zeigt eine vereinfachte Darstellung eines erfindungsgemäßen Wärmepumpensystems mit SHD und Drucksensor.
- Figur 3** zeigt ein Diagramm, das einen ersten Betriebszustand der Wärmepumpe illustriert.
- Figur 4** zeigt ein Diagramm, das einen ersten Betriebszustand und einen zweiten Betriebszustand der Wärmepumpe illustriert.
- Figur 5** zeigt ein Ablaufdiagramm, das ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Prüfen eines Sicherheit-Hochdruckschalters illustriert.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG ANHAND VON AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0039] Bei der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder vergleichbare Komponenten.

[0040] Fig. 1 illustriert ein Ausführungsbeispiel einer Wärmepumpe 1, insbesondere für ein Gebäude G. Die Wärmepumpe 1 umfasst einen Verdampfer 2, ein Vier-Wege-Schaltventil 3, einen Verdichter 4, einen Verflüssiger 5, einen Sammler 6, ein regelbares Expansionsventil 7, einen Lüfter 8 und eine Regeleinrichtung 10.

[0041] Der Verdampfer 2 dient zum Wärmeübertrag von der Umgebungsluft auf ein im Kreislauf der Wärmepumpe zirkulierendes Kältemittel. Das Kältemittel nimmt die Wärmeenergie aus der Wärmequelle (Luft, Erdreich oder Wasser) auf und verdampft. Dann gibt das Kältemittel die Wärme an einen Verbraucher (hier Verflüssiger 5) ab, indem es wieder kondensiert.

[0042] In diesen Phasenübergängen steckt immer Energie, theoretisch ist deshalb jeder Stoff als Kältemittel denkbar. Ein für eine Wärmepumpe geeignetes Kältemittel muss jedoch einige besondere Eigenschaften aufweisen: Es soll einen möglichst niedrigen Siedepunkt, ein kleines Dampfvolumen und eine hohe volumenbezogene Kälteleistung besitzen. Außerdem darf es die Bauteile und eingesetzten Schmierstoffe nicht angreifen, es sollte möglichst ungiftig, nicht explosiv und nicht brenn-

bar sein. Die Auswirkungen auf die Ozonschicht und auf den Treibhauseffekt müssen so klein wie möglich sein. Bekannte Kältemittel für Luft-Wasser-Wärmepumpen umfassen beispielsweise Pentafluorethan, CO₂, Propan oder Butan.

[0043] Der Verdampfer 2 kann beispielsweise außerhalb eines Gebäudes G angeordnet sein, beziehungsweise über eine Luftzufuhr mit Umgebungsluft versorgt werden. Die zugeführte Luftmenge kann über den Lüfter 8 (Ventilator) geregelt werden. Für einen effizienten Wärmeübertrag von der Umgebungsluft auf das Kältemittel kann der Verdampfer 2 eine Vielzahl von Lamellen aufweisen, welche die Oberfläche des Verdampfers vergrößern. Durch den Wärmeübertrag von der Umgebungsluft auf den Verdampfer 2 wird das Kältemittel zum Verdampfen gebracht.

[0044] Das Kältemittel strömt vom Verdampfer 2 zunächst zum Vier-Wege-Schaltventil 3 und von dort weiter zum Verdichter 4. Das Ventil 3 sorgt dafür, dass ausschließlich überhitzter Dampf in den Verdichter 4 gelangt. Der Verdichter 4 ist beispielsweise ein elektrisch angetriebener Scroll-Verdichter und dient zum Verdichten des Kältemittels. Durch das Verdichten erhöht sich die Temperatur des gasförmigen Kältemittels, so dass es für Anwendungen wie Heizen oder Warmwasseraufbereitung nutzbar wird.

[0045] Das verdichtete Kältemittel fließt weiter zum Verflüssiger 5, in dem ein Wärmeübertrag vom Kältemittel auf ein Wärmeträgermedium (zum Beispiel Wasser oder Luft), das beispielsweise in einem Heizsystem H oder Lüftungssystem des Gebäudes G fließt, stattfindet. Bei diesem Wärmeübertrag verflüssigt sich das Kältemittel, so dass auch die dabei freiwerdende Kondensationswärme als nutzbare Wärme für das Heizsystem H übertragen wird. Der Verflüssiger 5 kann beispielsweise ein Plattenwärmetauscher sein.

[0046] Das verflüssigte Kältemedium sammelt sich zunächst im Sammler 6. Von hier strömt es durch das regelbare Expansionsventil 7. Das Expansionsventil 7 hat im Wärmepumpenkreislauf die Aufgabe, nach der Übergabe der Wärme an das Heizsystem H das flüssige, aber noch unter hohem Druck stehende Kältemittel zu entspannen. Das Kältemittel wird so in einen Zustand versetzt, der die erneute Aufnahme von Umweltwärme ermöglicht. Um zu verhindern, dass Flüssigkeit in den Verdichter 2 gelangt, regelt das Expansionsventil 7 die Kältemittelmenge (Kältemittelmassenstrom) so, dass nur so viel Kältemittel in den Verdampfer 2 gelangt, wie dort vollständig verdampfen kann. Das geregelte Expansionsventil 7 kann insbesondere Schwankungen der Quelltemperatur und der Leistung ausgleichen.

[0047] Fig. 2 zeigt eine vereinfachte Darstellung eines Wärmepumpensystems mit einer Wärmepumpe 1, die im Wesentlichen identisch funktioniert wie die Wärmepumpe 1 der Fig. 1. Zusätzlich sind in Fig. 2 ein Drucksensor 11 zum Messen eines Drucks des Kältemittels und ein Sicherheit-Hochdruckschalter 12, SHD, dargestellt.

[0048] Der Drucksensor 11 gibt ein Sensorsignal an die Regeleinrichtung 10 aus. Erreicht der gemessene Druck im Kältemittel einen ersten Grenzwert, schaltet die Regeleinrichtung 10 den Verdichter 4 ab. Hierdurch wird eine erste Sicherheitsschaltung zum Verhindern eines zu hohen Drucks im Kältemittel verwirklicht.

[0049] Eine zweite, redundante Sicherheitsschaltung wird durch den SHD 12 verwirklicht. Sollte der Druck im Kältemittel über einen zweiten Grenzwert steigen, der höher als der erste Grenzwert ist, schaltet der SHD den Verdichter 4 ab, selbst wenn die Regeleinrichtung 10 und/oder der Drucksensor 11 nicht funktionieren sollten. Die Abschaltung durch den SHD 12 funktioniert hiervon unabhängig.

[0050] Fig. 3 ist ein Diagramm, das einen Normalbetrieb des in Fig. 2 dargestellten Wärmepumpensystems illustriert. Im Diagramm der Fig. 3 ist der Druck p gegen die Zeit t aufgetragen. Die gepunktete Fläche steht für einen Arbeitsbereich des Drucksensors 11, der bis zum ersten Grenzwert GW1 geht. Solange der Drucksensor 11 einen Druck innerhalb des gepunkteten Bereichs misst, kann das Wärmepumpensystem normal betrieben werden.

[0051] Die schraffierte Fläche B illustriert einen Sicherheitsabstand B zwischen dem ersten Grenzwert GW1 und einem zweiten Grenzwert GW2, bei dem eine Sicherheitsabschaltung durch den SHD 12 erfolgt. Würde der Drucksensor 11 einen Druck messen, der in den Sicherheitsabstand B fällt, so würde die Regeleinrichtung 10 den Verdichter 4 abschalten, so dass ein weiterer Anstieg des Drucks verhindert werden kann.

[0052] Fig. 4 zeigt ein Diagramm, das den erfindungsgemäßen zweiten Betriebszustand BZ2 illustriert. Bis zum Zeitpunkt t_1 wird die Wärmepumpe 1 im ersten Betriebszustand BZ1 betrieben. Dieser Normalbetrieb entspricht der Fig. 3.

[0053] Zum Zeitpunkt t_1 versetzt ein Servicetechniker die Wärmepumpe 1 in den zweiten Betriebszustand BZ2, um den SHD 12 zu testen. Im zweiten Betriebszustand BZ2 wird der erste Grenzwert auf einen neuen Wert GW1a angehoben, der größer als der zweite Grenzwert GW2 ist. Nach Abschluss der Prüfung wird die Wärmepumpe 1 ab Zeitpunkt t_2 wieder im ersten Betriebszustand BZ1 betrieben.

[0054] Fig. 5 illustriert das erfindungsgemäße Verfahren zum Prüfen des Sicherheit-Hochdruckschalters 12, SHD, anhand eines Flussdiagramms. Im ersten Schritt S1 wird die Wärmepumpe 1 im ersten Betriebszustand betrieben. Dabei wird der Druck eines Kältemittels, das im Kreislauf der Wärmepumpe 1 zirkuliert, vom Drucksensor 11 gemessen.

[0055] Im ersten Betriebszustand regelt die Regeleinrichtung 10 die Drehzahl eines Verdichters 4 der Wärmepumpe 1 in Abhängigkeit des gemessenen Drucks. Wenn der gemessene Druck gleich groß wie oder größer als der erste Grenzwert ist, schaltet die Regeleinrichtung 10 den Verdichter 4 ab.

[0056] Nun soll eine Prüfung der Funktionsfähigkeit

des SHD 12 durchgeführt werden. Hierzu versetzt ein Servicetechniker in Schritt S2 die Wärmepumpe 1 in einen zweiten Betriebszustand. Dies kann der Servicetechniker beispielsweise durch Eingabe an einer Schnittstelle an der Regeleinrichtung 10 bewirken. In bevorzugten Ausführungen kann dies auch als Remote-Zugriff durchgeführt werden, beispielsweise über eine App auf einem mobilen Endgerät des Servicetechnikers oder über einen Browser, der über das Internet auf eine Anwendung auf einem Server oder einer Cloud steuern kann.

[0057] Im zweiten Betriebszustand S2 hebt die Regeleinrichtung 10 den ersten Grenzwert auf einen Wert an, der gleich groß wie oder größer als der zweite Grenzwert ist. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Regeleinrichtung 10 keine Abschaltung durchführt, wenn der vom Drucksensor 11 gemessene Druck einen Wert zwischen dem ursprünglichen ersten Grenzwert des ersten Betriebszustands und dem zweiten Grenzwert erreicht.

[0058] Zusätzlich unterbricht die Regeleinrichtung in S2 einen Volumenstrom des Wärmeträgermediums H des Wärmepumpensystems. Hierzu kann die Regeleinrichtung 10 beispielsweise eine Umwälzpumpe in einem Heizkreis des Wärmepumpensystems oder einen Ventilator in einem Lüftungsschacht des Wärmepumpensystems abschalten.

[0059] Vorzugsweise kann die Regeleinrichtung 10 in Schritt S2 die Drehzahl des Verdichters 4 kontinuierlich erhöhen, so dass der Druck im Kältemittel schneller ansteigt. Diese Maßnahme kann insbesondere die Dauer des Prüfverfahrens verkürzen.

[0060] In Schritt S3 erreicht der Druck im Kältemittel den zweiten Grenzwert. Ein funktionierender SHD 12 soll dann eine Sicherheitsabschaltung durchführen.

[0061] Falls der SHD 12 in Schritt S3 die Sicherheitsabschaltung durchführt (JA in S3), gibt die Regeleinrichtung 10 im folgenden Schritt S4 eine Erfolgsmeldung aus. Die Ausgabe kann über eine Schnittstelle der Regeleinrichtung 10 erfolgen, beispielsweise über die App auf dem Endgerät des Servicetechnikers. Anschließend kann die Regeleinrichtung 10 oder der Servicetechniker die Wärmepumpe 1 wieder in den ersten Betriebszustand versetzen (zurück zu Schritt S1).

[0062] Falls der SHD 12 in Schritt S3 keine Sicherheitsabschaltung durchführt (NEIN in S3), so wird erkannt, dass der SHD 12 die Prüfung nicht bestanden hat, also fehlerhaft ist. Somit gibt die Regeleinrichtung 10 im folgenden Schritt S5 eine Fehlermeldung aus. Die Ausgabe kann über die Schnittstelle der Regeleinrichtung 10 erfolgen, beispielsweise über die App auf dem Endgerät des Servicetechnikers. Die Fehlermeldung kann insbesondere eine Handlungsempfehlung enthalten, beispielsweise eine Anweisung zum Austauschen des SHD 12.

[0063] Ein weiterer Betrieb im ersten Betriebszustand ist vorerst nicht möglich, insbesondere solange der Servicetechniker keinen Austausch des SHD 12 bzw. eine Reparatur des SHD 12 bestätigt.

[0064] Das beschriebene Verfahren ermöglicht eine effiziente und einfache Überprüfung des SHD 12, so dass ein sicherer Betrieb der Wärmepumpe 1 gewährleistet werden kann, ohne dass der SHD bei jeder planmäßigen Wartung zwingend ausgetauscht werden muss.

[0065] Das beschriebene Verfahren kann vorzugsweise automatisiert durchgeführt werden. Hierzu kann über die Schnittstelle der Regeleinrichtung 10 vom Server oder der Cloud ein entsprechender Steuerbefehl empfangen werden. Nur wenn das Ergebnis der Überprüfung negativ ist (NEIN in S3) muss sich ein Servicetechniker zum Warten an den Ort des Wärmepumpensystems begeben. Somit kann die Überprüfung des SHD 12 in vorteilhafter Weise aus der Ferne erfolgen.

[0066] Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen und den Zeichnungen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0067]

1	Wärmepumpe	25
2	Verdampfer	
3	Vier-Wege-Ventil	
4	Verdichter	
5	Verflüssiger	
6	Sammler	30
7	Expansionsventil	
8	Lüfter	
9	Temperatursensor	
10	Regeleinrichtung	
11	Drucksensor	35
12	Sicherheit-Hochdruckschalter SHD	
GW1	erster Grenzwert	
GW2	zweiter Grenzwert	
BZ1	erster Betriebszustand	
BZ2	zweiter Betriebszustand	40

Patentansprüche

1. Verfahren zum Prüfen eines Sicherheit-Hochdruckschalters (12), SHD, in einem Wärmepumpensystem, mit den Schritten:

Betreiben einer Wärmepumpe (1) in einem ersten Betriebszustand als Wärme- oder Kälteerzeuger für ein Wärmeträgermedium (H), wobei der erste Betriebszustand umfasst:

Messen eines Drucks eines Kältemittels, das in einem Kreislauf der Wärmepumpe (1) zirkuliert, mittels eines Drucksensors (11); und
Regeln einer Drehzahl eines Verdichters (4)

der Wärmepumpe (1) in Abhängigkeit des gemessenen Drucks mittels einer Regeleinrichtung (10), wobei die Regeleinrichtung (10) den Verdichter (4) abschaltet, wenn der gemessene Druck gleich groß wie oder größer als ein vorgegebener erster Grenzwert ist;

Betreiben der Wärmepumpe (1) in einem zweiten Betriebszustand zum Prüfen des SHD (12), wobei der zweite Betriebszustand zusätzlich umfasst:

Anheben des ersten Grenzwerts auf einen Wert, der gleich groß wie oder größer ist als ein vorgegebener zweiter Grenzwert, bei dem der SHD (12) eine Sicherheitsabschaltung des Verdichters (4) durchführen soll; Falls der SHD (12) beim Erreichen des zweiten Grenzwerts die Sicherheitsabschaltung durchführt, Ausgeben einer Erfolgsmeldung über eine Schnittstelle der Regeleinrichtung (10) und Versetzen der Wärmepumpe (1) in den ersten Betriebszustand; oder
Falls der SHD (12) beim Erreichen des zweiten Grenzwerts keine Sicherheitsabschaltung durchführt, Ausgeben einer Fehlermeldung über die Schnittstelle der Regeleinrichtung (10).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der zweite Betriebszustand umfasst:

Unterbrechen eines Volumenstroms des Wärmeträgermediums (H) des Wärmepumpensystems, welches über einen Wärmetauscher (5) mit dem Kreislauf der Wärmepumpe (1) gekoppelt ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Regeleinrichtung (10) die Drehzahl des Verdichters (4) im ersten Betriebszustand variabel regelt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Regeleinrichtung (10) die Drehzahl des Verdichters (4) im zweiten Betriebszustand bis zum Erreichen des zweiten Grenzwerts kontinuierlich erhöht.

5. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Drucksensor (11) eine negative Toleranz aufweist und der erste Grenzwert im zweiten Betriebszustand auf einen Wert eingestellt wird, der um mehr als die negative Toleranz größer ist als der zweite Grenzwert.

6. Wärmepumpensystem, umfassend:

ein Wärmeträgermedium (H);
eine Wärmepumpe (1) mit einem Kreislauf, in

dem ein Kältemittel zirkuliert, wobei der Kreislauf über einen Wärmetauscher (5) mit dem Wärmeträgermedium (H) gekoppelt ist; einen Drucksensor (11) zum Messen eines Drucks des Kältemittels im Kreislauf; einen Sicherheit-Hochdruckschalter (12), SHD, zum Abschalten eines Verdichters (4) der Wärmepumpe (1), wenn der Druck einen vorgegebenen zweiten Grenzwert erreicht; eine Regeleinrichtung (10) zum Regeln der Wärmepumpe (1), wobei die Regeleinrichtung (10) in einem ersten Betriebszustand konfiguriert ist:

eine Drehzahl des Verdichters (4) der Wärmepumpe (1) in Abhängigkeit des vom Drucksensor (11) gemessenen Drucks zu regeln; und den Verdichter (4) abzuschalten, wenn der gemessene Druck gleich groß wie oder größer als ein vorgegebener erster Grenzwert ist;

die Regeleinrichtung (10) in einem zweiten Betriebszustand konfiguriert ist:

den ersten Grenzwert auf einen Wert anzuheben, der gleich groß wie oder größer ist als der zweite Grenzwert; Falls der SHD (12) beim Erreichen des zweiten Grenzwerts die Sicherheitsabschaltung durchführt, eine Erfolgsmeldung über eine Schnittstelle der Regeleinrichtung (10) auszugeben und die Wärmepumpe (1) in den ersten Betriebszustand zu versetzen; Falls der SHD (12) beim Erreichen des zweiten Grenzwerts keine Sicherheitsabschaltung durchführt, eine Fehlermeldung über die Schnittstelle der Regeleinrichtung (10) auszugeben.

7. Wärmepumpensystem nach Anspruch 6, wobei die Regeleinrichtung (10) im zweiten Betriebszustand konfiguriert ist:

einen Volumenstrom des Wärmeträgermediums (H) des Wärmepumpensystems, welches über einen Wärmetauscher (5) mit dem Kreislauf der Wärmepumpe (1) gekoppelt ist, zu unterbrechen.

8. Wärmepumpensystem nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Regeleinrichtung (10) konfiguriert ist, die Drehzahl des Verdichters (4) im ersten Betriebszustand variabel zu regeln.

9. Wärmepumpensystem nach Anspruch 8, wobei die Regeleinrichtung (10) konfiguriert ist, die Drehzahl des Verdichters (4) im zweiten Betriebszustand bis

zum Erreichen des zweiten Grenzwerts kontinuierlich zu erhöhen.

10. Wärmepumpensystem nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei der Drucksensor (11) eine negative Toleranz aufweist und der erste Grenzwert im zweiten Betriebszustand auf einen Wert eingestellt wird, der um mehr als die negative Toleranz größer ist als der zweite Grenzwert.

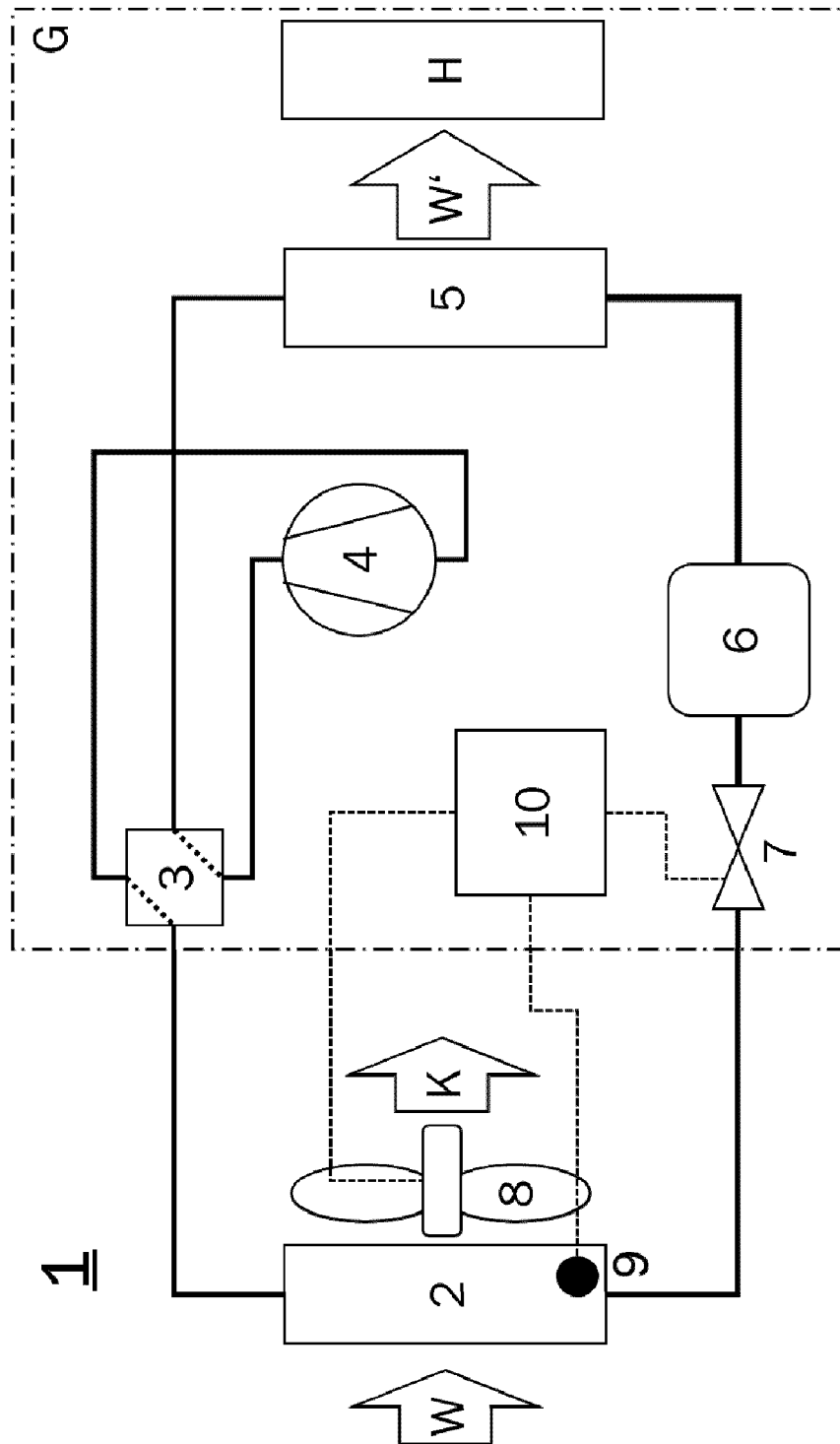


FIG. 1

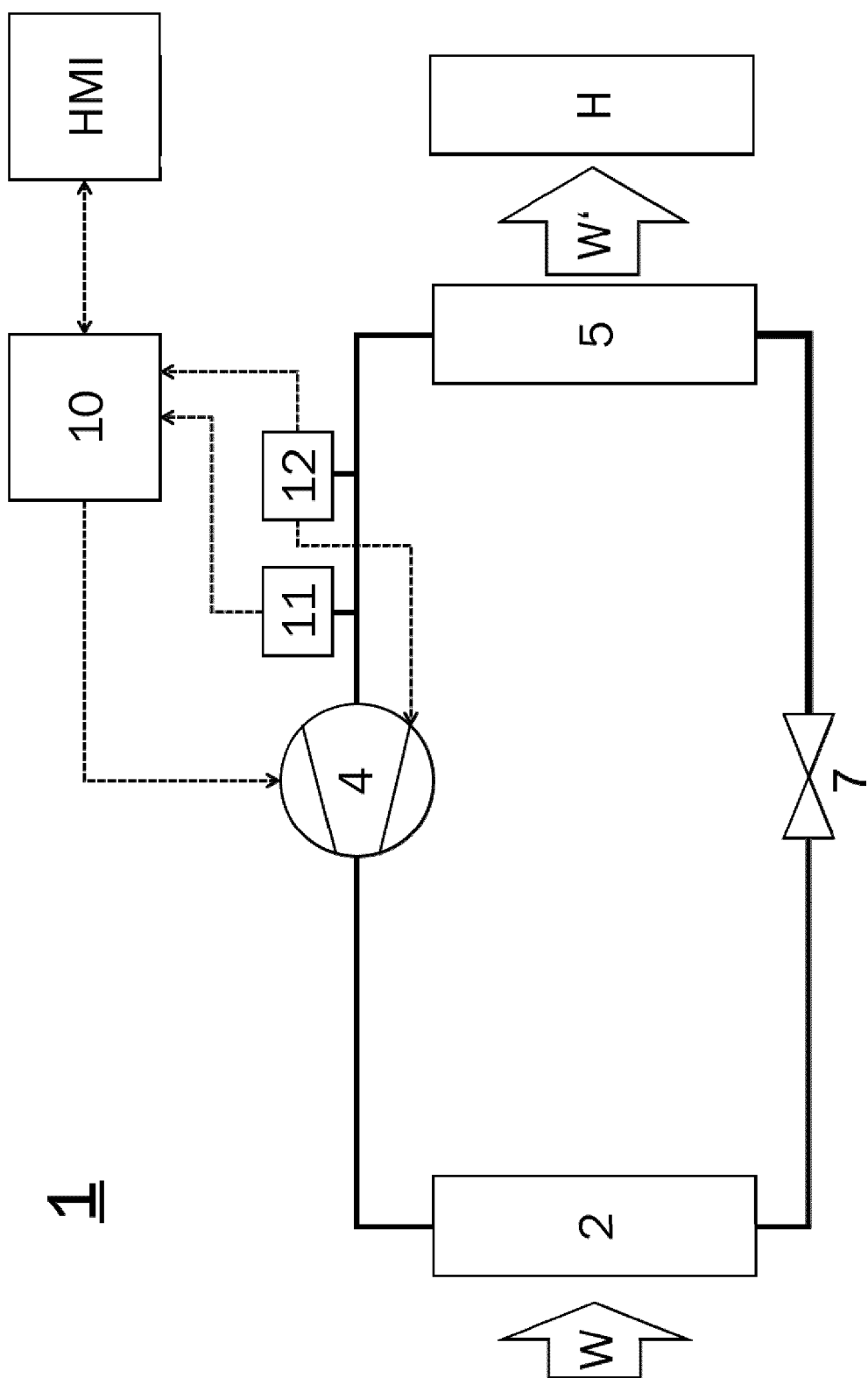


Fig. 2

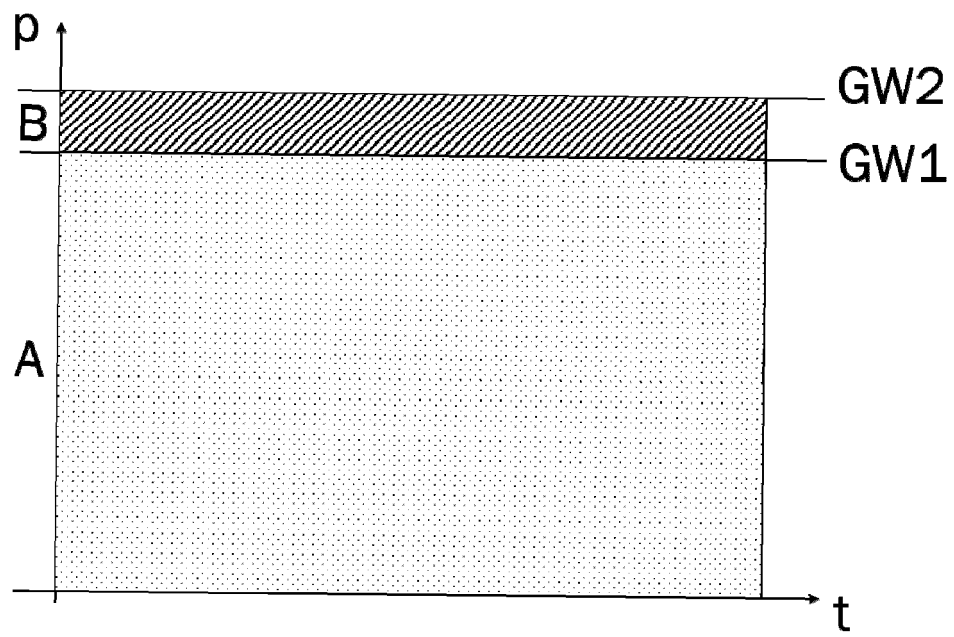


Fig. 3

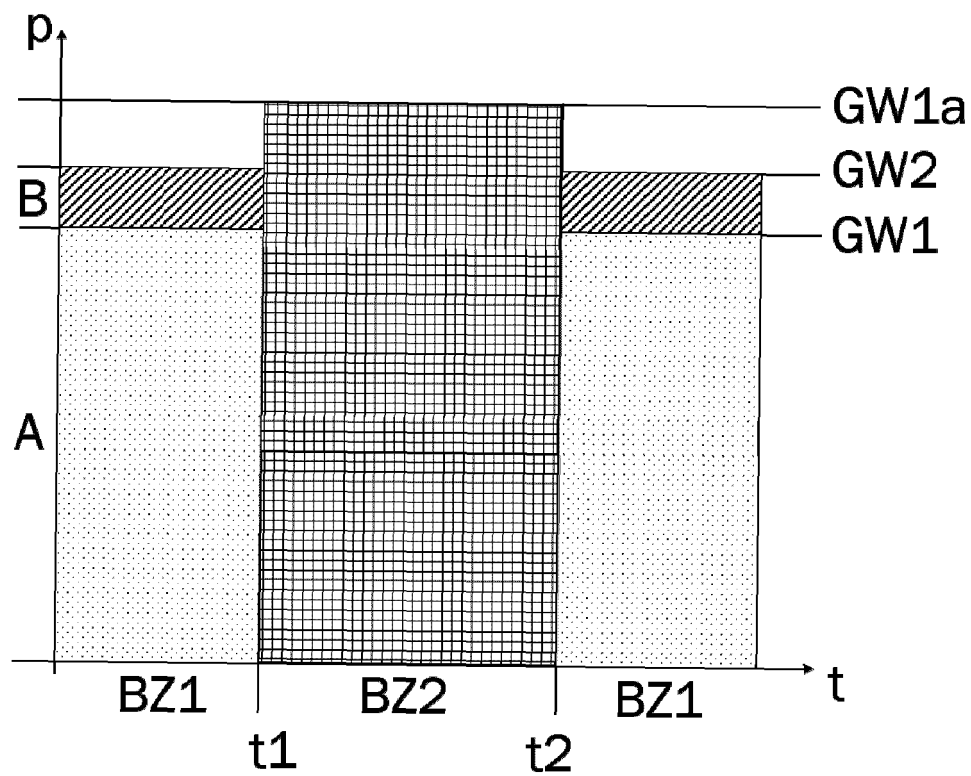


Fig. 4

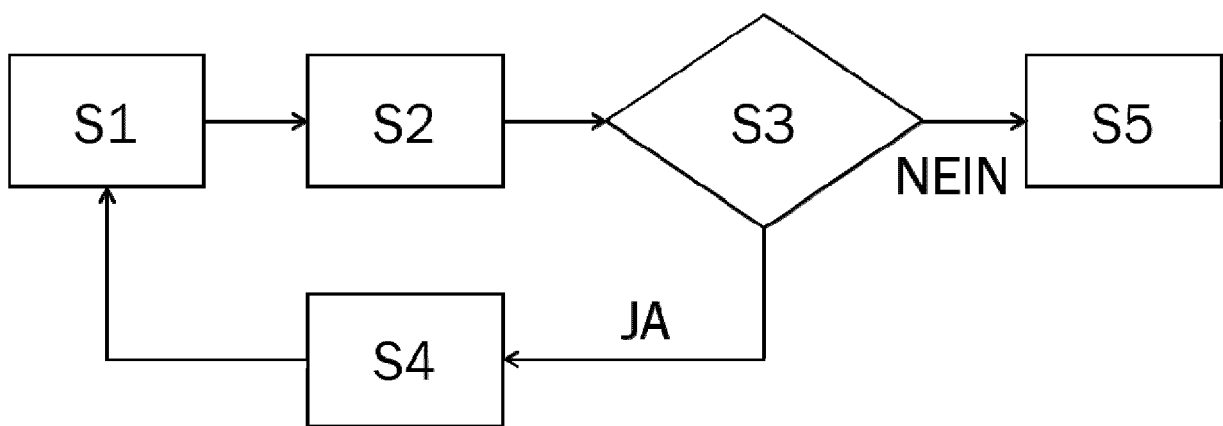


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 15 3012

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	KR 2015 0102420 A (GA SIMON CO LTD [KR]; LEE CHUL SOO [KR]) 7. September 2015 (2015-09-07) * Absätze [0004] - [0069]; Abbildung 1 * -----	1-10	INV. F25B49/00 F25B49/02
A	US 2018/283724 A1 (VAN ELDIK HENDRIKUS C [NL] ET AL) 4. Oktober 2018 (2018-10-04) * Absätze [0025] - [0106]; Abbildungen 1-8B * -----	1-10	
A	US 9 696 075 B2 (DAIKIN IND LTD [JP]) 4. Juli 2017 (2017-07-04) * Spalten 3-16; Abbildungen 1-6 * -----	1-10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F25B
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. Juni 2023	Prüfer Amous, Moez
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 23 15 3012

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.

13-06-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
KR 20150102420 A	07-09-2015	KEINE	
US 2018283724 A1	04-10-2018	CN 108691759 A	23-10-2018
		EP 3382302 A2	03-10-2018
		US 2018283724 A1	04-10-2018
US 9696075 B2	04-07-2017	CN 103988031 A	13-08-2014
		DK 2792970 T3	18-02-2019
		EP 2792970 A1	22-10-2014
		JP 5304942 B2	02-10-2013
		JP 2013140000 A	18-07-2013
		SG 11201403004P A	30-10-2014
		US 2015047381 A1	19-02-2015
		WO 2013084501 A1	13-06-2013

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102007052532 A1 [0010]