

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 1 950 511 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.07.2008 Patentblatt 2008/31

(51) Int Cl.:
F25B 41/06 (2006.01)
F25B 49/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 08001376.6

(22) Anmeldetag: 25.01.2008

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA MK RS

(30) Priorität: 26.01.2007 DE 102007004932

(71) Anmelder: **Viessmann Werke GmbH & Co. KG**
35107 Allendorf (DE)

(72) Erfinder:

- **Hafner, Bernd, Dr.**
35108 Allendorf (DE)
- **Böwer, Bernd**
41539 Dormagen (DE)

(74) Vertreter: **Wolf, Michael**
An der Mainbrücke 16
63456 Hanau (DE)

(54) Wärmepumpe

(57) Die Erfindung betrifft eine Wärmepumpe, umfassend einen Kältemittelkreislauf mit einer Verdichter (1), einem Kondensator (2), einem Expansionsventil (3), einem Verdampfer (4), einem in Kreislaufströmungsrichtung gesehen zwischen dem verdampfer (4) und dem Verdichter (1) angeordneten Drucksensor (5), einem in Kreislaufströmungsrichtung gesehen zwischen dem Verdampfer (4) und dem Verdichter (1) angeordneten Temperatursensor (6) und einer Regeleinheit (7), die mit dem Druck- (5) und dem Temperatursensor (6) verbün-

den ist. Nach der Erfindung ist vorgesehen, dass zur wirkungsgradbilanzierung des Kältemittelkreilaufs mit Hilfe der softwarebasierten Regeleinheit (7), die einen Stoffdatenspeicher (12) für mindestens ein Kältemittel umfasst, in Kreislaufströmungsrichtung gesehen am Kältemittelkreislauf vor dem Kondensator (2) ein mit der Regeleinheit (7) verbundener Temperatursensor (8) und in Kreislaufströmungsrichtung gesehen am Kältemittelkreislauf zwischen dem verdichter (1) und dem Expansionsventil (3) ein mit der Regeleinheit (7) verbundener Drucksensor (10) angeordnet ist.

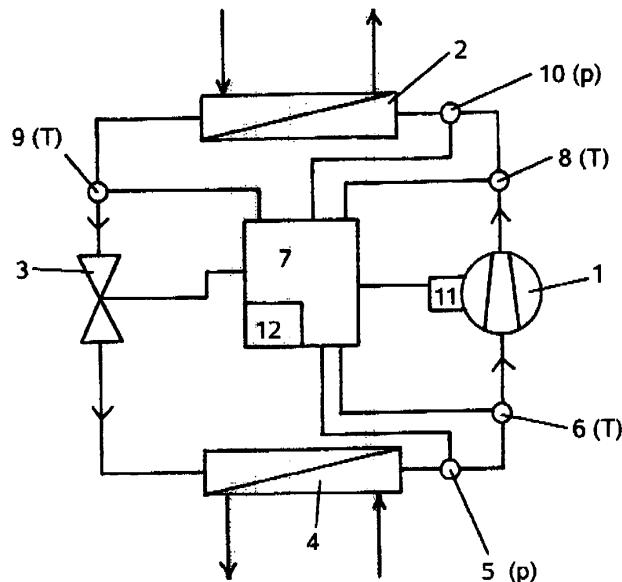


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Wärmepumpe gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

5 [0002] Eine Wärmepumpe der eingangs genannten Art ist allgemein bekannt. Diese umfasst einen Kältemittelkreislauf mit einem Verdichter, einem Kondensator, einem Expansionsventil, einem Verdampfer, einem in Kreislaufströmungsrichtung gesehen zwischen dem Verdampfer und dem Verdichter angeordneten Drucksensor, einem in Kreislaufströmungsrichtung; gesehen zwischen dem Verdampfer und dem Verdichter angeordneten Temperatursensor und einer softwarebasierten Regeleinheit, die mit dem Druck- und dem Temperatursensor verbunden ist.

10 [0003] Die Regelung der Wärmepumpe erfolgt über die Regeleinheit, der die Messwerte vom genannten Druck- und Temperatursensor zugeführt werden.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verkaufsfertige Wärmepumpe der eingangs genannten Art dahingehend weiter zu bilden, dass bei dieser bei laufendem Betrieb ohne externen Messapparateaufbau mindestens eine Wirkungsgradbilanzierung durchführbar und entsprechend anzeigbar ist.

15 [0005] Diese Aufgabe ist mit einer Wärmepumpe der eingangs genannten Art durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 aufgeführten Merkmale gelöst.

20 [0006] Nach der Erfindung ist also vorgesehen, dass zur Wirkungsgradbilanzierung des Kältemittelkreislaufs mit Hilfe der Regeleinheit, die einen Stoffdatenspeicher (im weiteren Sinne eine Stoffdatenbank) für mindestens ein Kältemittel umfasst, in Kreislaufströmungsrichtung gesehen am Kältemittelkreislauf vor dem Kondensator ein mit der Regeleinheit verbundener Temperatursensor und in Kreislaufströmungsrichtung gesehen am Kältemittelkreislauf zwischen dem Verdichter und dem Expansionsventil ein mit der Regeleinheit verbundener Drucksensor angeordnet ist.

25 [0007] Mit anderen Worten ausgedrückt, wird es mit Hilfe weiterer am Kältemittelkreislauf angeordneter Sensoren für Temperatur und Druck sowie einem Stoffdatenspeicher erfindungsgemäß möglich, eine Wirkungsgradbilanzierung durchzuführen. Eine solche Bilanzierung ist dabei als sicherheitsrelevantes Merkmal der Wärmepumpe anzusehen, da Wirkungsgradabweichungen auch auf Fehlfunktionen der Wärmepumpe hinweisen (zum Beispiel Verdichterdefekte, Kältemittelverlust, Verschmutzung oder Vereisung des Wärmetauscher des Kondensator bzw. Verdampfer), ganz abgesehen davon, dass ein Betrieb bei nicht erwartungsgemäßem Wirkungsgrad ohnehin unerwünscht ist. Die Bilanzierung wird zum Beispiel über ein an der Regeleinheit vorgesehenes Display angezeigt. Dieses kann aber natürlich auch an einer beliebigen anderen Stelle im Umgebungsbereich der Wärmepumpe angeordnet sein. Eine Datenübertragung per Internet ist ebenfalls realisierbar.

30 [0008] Ein wesentliches Merkmal der Erfindung besteht ferner, wie bereits erwähnt, in der sogenannten Stoffdatenbank (Stoffdatenspeicher). Diese ist zwingend erforderlich, da es erst in Kenntnis bestimmter Stoffdaten des Kältemittels (z. B. die spezifische Wärmekapazität des Kältemittels) möglich ist, Bilanzierungswerte zu ermitteln. Eine solche Stoffdatenbank, in der Stoffdaten verschiedener Kältemittel abgelegt sein können (da die Wärmepumpe mit unterschiedlichen Kältemitteln betrieben werden könnte), ist bei derzeit bekannten Wärmepumpen bisher nicht vorgesehen.

35 [0009] Andere vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Wärmepumpe ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

[0010] Die erfindungsgemäße Wärmepumpe einschließlich ihrer vorteilhaften Weiterbildungen gemäß der abhängigen Patentansprüche wird nachfolgend anhand der zeichnerischen Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform näher erläutert.

40 [0011] In der einzigen Figur 1 ist die erfindungsgemäße Wärmepumpe schematisch dargestellt. In zunächst bekannter Weise besteht diese aus einem Kältemittelkreislauf mit einem Verdichter 1, einem Kondensator 2, einem Expansionsventil 3, einem Verdampfer 4, einem in Kreislaufströmungsrichtung gesehen zwischen dem Verdampfer 4 und dem Verdichter 1 angeordneten Drucksensor 5, einem in Kreislaufströmungsrichtung gesehen zwischen dem Verdampfer 4 und dem Verdichter 1 angeordneten Temperatursensor 6 und einer Regeleinheit 7, die mit dem Druck- 5 und dem Temperatursensor 6 verbunden ist. Als Kältemittel wird zum Beispiel R 407 C oder R 410 A verwendet.

45 [0012] Der Kältemittelkreislauf funktioniert in an sich gewohnter Weise wie folgt: Das Kältemittel wird mit dem Verdichter 1 auf eine höhere Druckniveau gebracht. Am Kondensator 2 gibt das Kältemittel Wärme an ein zweites Medium ab und kondensiert dabei. Eine Kältemitteldruckeritspannung erfolgt anschließend am Expansionsventil 3. Am Verdampfer 4 wird dem Kältemittel von außen über ein weiteres Medium Wärme zugeführt und dabei verdampft.

50 [0013] Wesentlich für die erfindungsgemäße Wärmepumpe ist nun, dass zur Wirkungsgradbilanzierung des Kältemittelkreislaufs mit Hilfe der softwarebasierten Regeleinheit 7, die einen Stoffdatenspeicher 12 für mindestens ein Kältemittel umfasst, in Kreislaufströmungsrichtung gesehen am Kältemittelkreislauf vor dem Kondensator 2 ein mit der Regeleinheit 7 verbundener Temperatursensor 8 und in Kreislaufströmungsrichtung gesehen am Kältemittelkreislauf zwischen dem Verdichter 1 und dem Expansionsventil 3 ein mit der Regeleinheit 7 verbundener Drucksensor 10 angeordnet ist.

55 [0014] Diese Maßgabe führt, wie eingangs erläutert, zu einer erheblichen Steigerung der über: das laufende System verfügbaren Informationen.

[0015] Ferner ist gemäß Figur 1 vorgesehen, dass in Kreislaufströmungsrichtung gesehen am Kältemittelkreislauf hinter dem Kondensator 2 ein weiterer Temperatursensor 9 angeordnet ist. Dieser verbessert die Genauigkeit bei der

Wirkungsgradbilanzierung, ist aber nicht zwingend erforderlich, da sich die Temperatur am Austritt des Kondensators 2 letztlich auch aus der Kondensatoreintrittstemperatur (gemessen mit dem Temperatursensor 8) und den Stoffdaten - jedenfalls in etwa - errechnen lässt.

[0016] Die bei laufendem Betrieb der verkaufsfertigen Wärmepumpe mögliche Wirkungsgradbilanzierung geschieht wie folgt:

[0017] Zunächst werden mit Hilfe der Stoffdaten, der Temperaturen und der Drücke die Enthalpiewerte errechnet, und zwar:

- Enthalpie am Verdichtereintritt H_{ND} mit Hilfe des Drucksensors 5, des Temperatursensors 6 und den Stoffdaten;
- Enthalpie am Verdichters H_{HD} mit Hilfe des Temperatursensors 8, Drucksensors 10 und den Stoffdaten;
- Enthalpie am Expansionsventils H_{ExV} mit Hilfe des Temperatursensors 9, des Drucksensors 10 und den Stoffdaten.

[0018] Die thermische Effizienz V_{eff} des Verdichters beträgt etwa 93% (7% Wärmeverlust durch Strahlung). Die Effizienz des Motors M_{eff} des Verdichters beträgt 86%.

[0019] Der sogenannte, die Wirkungsgradbilanzierung darstellende COP-Wert (Coefficient of Performance) errechnet sich schließlich aus:

$$COP = ((H_{HD}) - (H_{ExV})) / ((H_{HD}) - (H_{ND})) * V_{eff} * M_{eff}$$

[0020] Besonders bevorzugt ist ferner vorgesehen, dass der Verdichter 1 einen mit der Regeleinheit 7 verbundenen Strommesssensor 11 (allgemein: ein Element zur Erfassung der Antriebsleistung des Verdichters) aufweist. Zusammen mit der elektrischen Leistung P_{e1} des Verdichtermotors (ermittelt mit Hilfe dieses Strommesssensor 11 [Spannung ist bekannt]) ergibt sich nämlich zur Leistungsbilanzierung (1. Stufe: Wirkungsgradbilanzierung, 2. Stufe: Leistungsbilanzierung) die Heizleistung aus

$$\text{Heizleistung} = COP * P_{e1}$$

[0021] Diese Werte sind bei verkaufsfertigen Wärmepumpen bei laufendem Betrieb bisher ebenfalls nicht ermittelbar.

[0022] Wie aus Figur 1 ersichtlich, ist ferner vorgesehen, dass das Expansionsventil 3 bezüglich der Expansion des Kältemittels elektronisch regelbar ausgebildet und mit der Regeleinheit 7 verbunden ist. Diese Maßgabe hat den zusätzlichen Vorteil, dass die Regeleinheit 7 auf Basis der ermittelten Temperatur-und Druckwerte eine für den Wärmepumpenprozess optimale Entspannung am Expansionsventil 3 einstellen kann.

[0023] Schließlich sind (nicht extra dargestellt) auch an den nicht kältemittelkreisseitigen Zu- und Abfuhrleitungen des Kondensators bzw. des Verdampfers Temperatursensoren vorgesehen, die ebenfalls mit der Regeleinheit verbunden sind. Auf Basis dieser zusätzlichen Temperaturinformationen kann ergänzend noch eine Bewertung der Wärmequelle bzw. Wärmesenke erfolgen.

Bezugszeichenliste

[0024]

- | | |
|----|--|
| 1 | Verdichter |
| 2 | Kondensator |
| 3 | Expansionsventil |
| 4 | Verdumper |
| 5 | Drucksensor |
| 6 | Temperatursensor |
| 7 | Regeleinheit |
| 8 | Temperatursensor |
| 9 | Temperatursensor |
| 10 | Drucksensor |
| 11 | Element zur Erfassung der Antriebsleistung des Verdichters |

12 Stoffdatenspeicher

Patentansprüche

- 5
1. Wärmepumpe, umfassend einen Kältemittelkreislauf mit einem Verdichter (1), einem Kondensator (2), einem Expansionsventil (3), einem Verdampfer (4), einem in Kreislaufströmungsrichtung gesehen zwischen dem Verdampfer (4) und dem Verdichter (1) angeordneten Drucksensor (5), einem in Kreislaufströmungsrichtung gesehen zwischen dem Verdampfer (4) und dem Verdichter (1) angeordneten Temperatursensor (6) und einer Regeleinheit (7), die mit dem Druck- (5) und dem Temperatursensor (6) verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur wirkungsgradbilanzierung des Kältemittelkreislaufs mit Hilfe der softwarebasierten Regeleinheit (7), die einen Stoffdatenspeicher (12) für mindestens ein Kältemittel umfasst, in Kreislaufströmungsrichtung gesehen am Kältemittelkreislauf vor dem Kondensator (2) ein mit der Regeleinheit (7) verbundener Temperatursensor (8) und
10 in Kreislaufströmungsrichtung gesehen am Kältemittelkreislauf zwischen dem Verdichter (1) und dem Expansionsventil (3) ein mit der Regeleinheit (7) verbundener Drucksensor (10) angeordnet ist.
- 15
2. Wärmepumpe nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Kreislaufströmungsrichtung gesehen am Kältemittelkreislauf hinter dem Kondensator (2) ein Temperatursensor (9) angeordnet ist.
- 20
3. Wärmepumpe nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Leistungsbilanzierung des Kältemittelkreislaufs der Verdichter (1) ein mit der Regeleinheit (7) verbundenes Element zur Erfassung der Antriebsleistung des Verdichters (11), vorzugsweise einen Strommesssensor, aufweist.
- 25
4. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Expansionsventil (3) elektronisch regelbar ausgebildet und mit der Regeleinheit (7) verbunden ist.
- 30

35

40

45

50

55

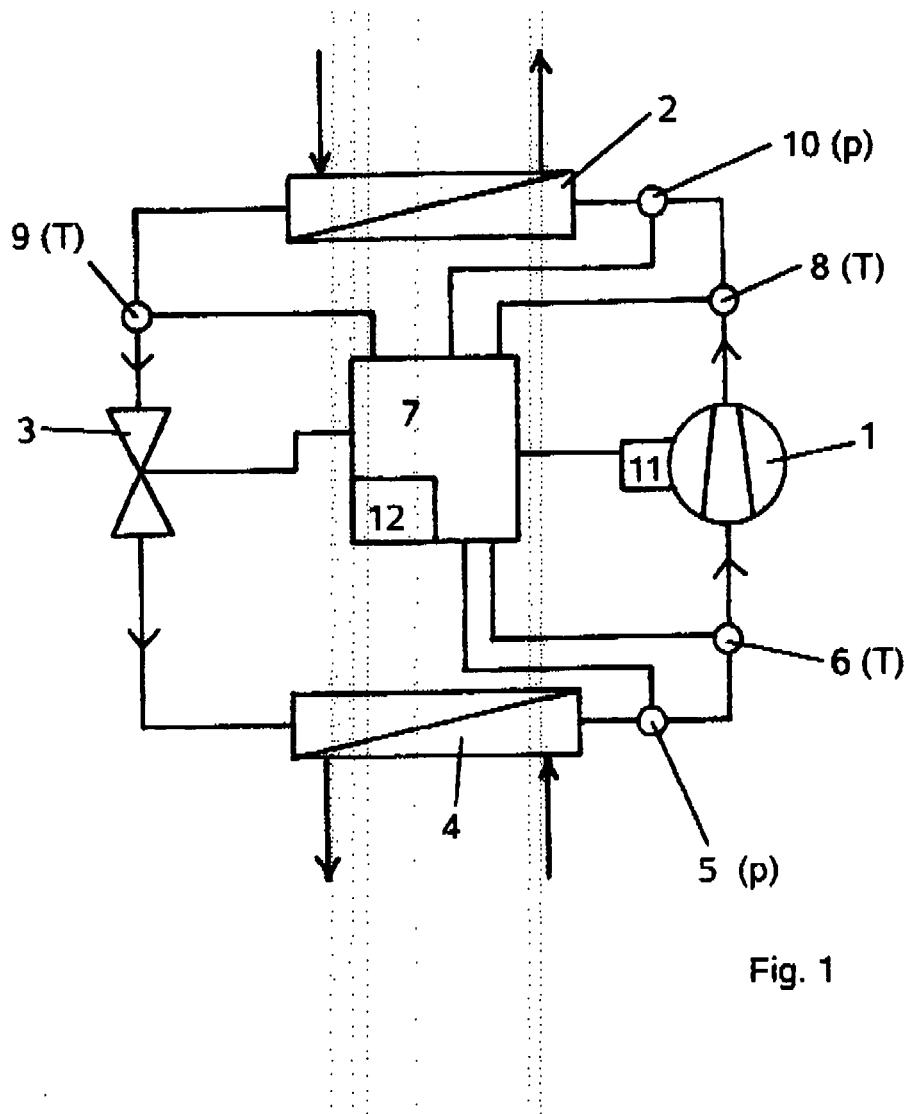


Fig. 1



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2003/010046 A1 (FREUND PETER W [US] ET AL) 16. Januar 2003 (2003-01-16) * Abbildung 1 * * Absätze [0008], [0035], [0038], [0045] * -----	1-4	INV. F25B41/06 F25B49/02
X	US 2003/055603 A1 (ROSSI TODD M [US] ET AL) 20. März 2003 (2003-03-20) * Abbildung 1 * * Absätze [0041] - [0043], [0056] *	1,2	
X	US 5 209 076 A (KAUFFMAN GARY O [US] ET AL) 11. Mai 1993 (1993-05-11) * Abbildungen 1,2 * * Spalte 3, Zeile 50 - Spalte 4, Zeile 5 * * Spalte 7, Zeile 25 - Zeile 35 *	1,3	
X	US 6 539 734 B1 (WEYNA PAUL VALENTINE [US]) 1. April 2003 (2003-04-01) * Abbildung 1 * * Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 3, Zeile 7 * * Spalte 3, Zeile 54 - Zeile 62 *	1,3,4	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
X	EP 1 039 251 A (CARRIER CORP [US]) 27. September 2000 (2000-09-27) * Abbildung 1 * * Absatz [0018] *	1,3,4	F25B
X	US 6 321 549 B1 (REASON JOHN ROBERT [US] ET AL) 27. November 2001 (2001-11-27) * Abbildungen 1,4 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 18. April 2008	Prüfer Dezso, Gabor
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

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

EP 08 00 1376

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-04-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2003010046	A1	16-01-2003	DE JP	10216644 A1 2003042573 A		30-01-2003 13-02-2003
US 2003055603	A1	20-03-2003	US	2006259276 A1		16-11-2006
			US	2004111239 A1		10-06-2004
US 5209076	A	11-05-1993		KEINE		
US 6539734	B1	01-04-2003		KEINE		
EP 1039251	A	27-09-2000	US	6148628 A		21-11-2000
US 6321549	B1	27-11-2001		KEINE		