

(19)



(11)

EP 3 511 656 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.07.2019 Patentblatt 2019/29

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

(21) Anmeldenummer: **18211246.6**

(22) Anmeldetag: **10.12.2018**

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

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

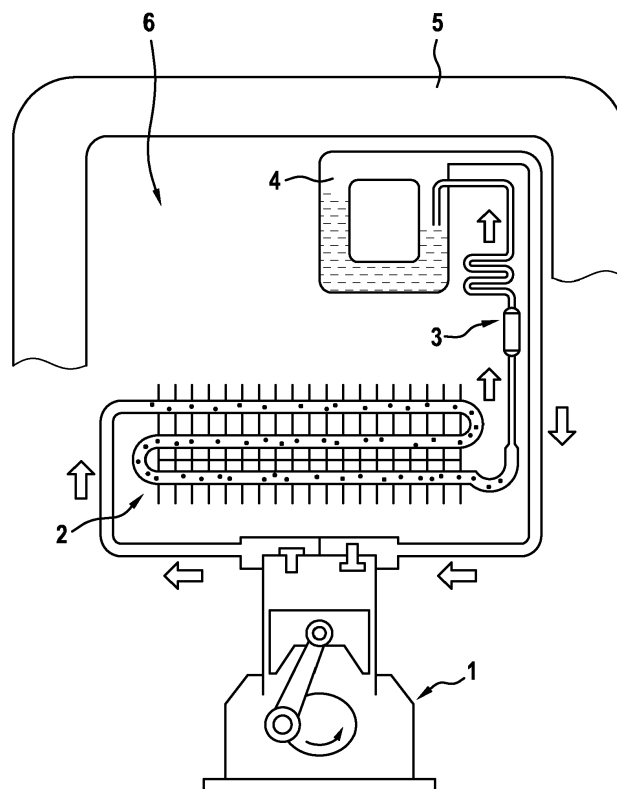
(72) Erfinder:
• **Cichon, Marius**
71638 Ludwigsburg (DE)
• **Pieper, Witold**
71272 Renningen (DE)
• **Weiss, Carsten**
89537 Giengen (DE)

(30) Priorität: **11.01.2018 DE 102018200368**

(54) KÄLTEMASCHINE MIT ADAPTIVER DROSSEL

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kältemaschine, welche einen Verdichter (1), einen Verflüssiger (2), einen Verdampfer (4) und eine adaptive Drossel (3) umfasst. Durch die einzelnen Komponenten zirkuliert ein Kühlmittel. Zumindest ein Rohr der adaptiven Drossel (3)

umfasst ein adaptives Material, wobei sich bei einer Änderung der Umgebungstemperatur der Durchfluss durch das zumindest eine Rohr der adaptiven Drossel (3) ändert.

Fig. 1**EP 3 511 656 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kältemaschine die über eine Drossel mit einem Rohr verfügt, welches ein adaptives Material umfasst. Aufgrund des adaptiven Materials ändert sich der Durchfluss durch die Drossel in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur.

Stand der Technik

[0002] In einer Kältemaschine wird in einem Kreisprozess ein gasförmiges Kühlmittel von einem Verdichter unter Erhöhung des Drucks komprimiert. In einem nachgeschalteten Verflüssiger kondensiert das Kühlmittel, wobei es Wärme an die Umgebung der Kältemaschine abgibt. Im Anschluss daran wird das nun flüssige Kühlmittel zu einer Drossel geleitet, wo der Druck wiederum reduziert wird. In einem Verdampfer nimmt das Kühlmittel anschließend Wärme aus den Innenwänden eines benachbarten Kühlraums auf und verdampft. Das gasförmige Kühlmittel wird im Anschluss daran wiederum vom Verdichter verdichtet und der Kreisprozess geschlossen.

[0003] Die Verdampfungstemperatur in einer Kältemaschine ist auf eine bestimmte Umgebungstemperatur optimiert, so dass die Kühlung der Kältemaschine einen möglichst hohen Wirkungsgrad erreicht. Voraussetzung für einen hohen Wirkungsgrad ist die optimale Befüllung des Verdampfers, bei der die Fläche für den Wärmeübergang im Verdampfer maximiert wird. Der Wärmetransport durch die Wand des Kühlraums hängt von der Oberfläche und der Temperaturdifferenz ab. Je größer die Wärmeaustauschfläche ist, desto kleiner ist die für eine gewünschte Kühlleistung erforderliche Temperaturdifferenz zwischen der Kühlstelle und dem Kühlmittel. Benötigt man eine geringere Temperaturdifferenz, kann die Verdampfungstemperatur entsprechend höher gewählt werden. Eine höhere Verdampfungstemperatur ist gleichbedeutend mit einem höheren Verdampfungsdruck, was wiederum bedeutet, dass der Kompressor weniger Verdichtungsarbeit leisten muss. Das Stellglied für die Regelung des Füllstandes des Verdampfers ist die Drossel. Wird diese weiter geöffnet, steigen Druck und Temperatur im Verdampfer an. Wird die Drossel wiederum geschlossen sinken die Temperatur und der Druck im Verdampfer. Der Massestrom des Kühlmittels hängt dabei maßgeblich von deren Querschnitt bzw. der Länge und Form der Drossel ab.

[0004] Durch den Einsatz von elektrisch geregelten Expansionsventilen oder thermischen Expansionsventilen kann der Durchfluss an die Umgebungstemperatur angepasst werden und damit die Effizienz der Kältemaschine erhöht werden. Weiterhin kann auch ein bi-stabiles Magnetventil mit zwei unterschiedlichen Drosseln zur Verminderung des Effizienzverlusts eingesetzt werden. Diese beiden Drosseln werden auf zwei unterschiedliche Umgebungstemperaturen optimiert, wobei jeweils auf die Drossel umgeschaltet wird, deren Durchfluss bei der tatsächlich herrschenden Umgebungstemperatur am ef-

fizientesten ist.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Die Erfindung betrifft eine Kältemaschine, welche einen Verdichter, einen Verflüssiger, einen Verdampfer und eine adaptive Drossel umfasst. Die einzelnen Komponenten werden dabei von einem flüssigen oder gasförmigen Kühlmittel durchströmt, welches zum Wärmetransport dient. Die adaptive Drossel weist zumindest ein Rohr auf, welches ein adaptives Material umfasst. Der Massestrom des Kühlmittels durch die adaptive Drossel hängt somit maßgeblich vom Querschnitt bzw. der Länge und Form des zumindest einen Rohrs der adaptiven Drossel bei der jeweiligen Umgebungstemperatur ab. Eine Änderung der Umgebungstemperatur führt zu einer Änderung der Form des adaptiven Materials, wodurch sich der Massestrom des Kühlmittels durch die adaptive Drossel verändert. Die Umgebungstemperatur ist dabei die Temperatur die außerhalb eines isolierten Kühlraums der Kältemaschine herrscht. Die optimale Füllung des Verdampfers mit dem Kühlmittel wird somit auch bei einem Anstieg oder Abfall der Umgebungstemperatur sicherstellt, wodurch möglichst hohe Verdampfungstemperaturen und damit eine hohe Effizienz der Kältemaschine gewährleistet werden. Das zumindest eine Rohr der adaptiven Drossel kann neben dem adaptiven Material noch weitere Materialien umfassen. Bei der Auswahl dieser Materialien ist zu berücksichtigen, dass deren Materialeigenschaften den Formgedächtniseffekt des adaptiven Materials - die temperaturabhängige Umwandlung der Kristallstruktur in eine "eingeprägte" Form - nicht aufheben und die Drossel dadurch ihre Funktion verliert.

[0006] Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann eine fallende oder ansteigende Umgebungstemperatur zu einer Änderung des Durchmessers, der Länge und/oder Form des zumindest einen Rohrs der adaptiven Drossel führen. Wie bereits erläutert kann der Massestrom des Kühlmittels in Abhängigkeit zu der jeweils herrschenden Umgebungstemperatur der Kältemaschine gesteuert werden.

[0007] Gemäß einem Aspekt ist das bei der Kältemaschine verwendete adaptive Material ein Formgedächtnismaterial. Bei Formgedächtnismaterialien handelt es sich meist um Metalllegierungen. Während die meisten Metalle immer dieselben Kristallstrukturen bis zu ihrem Schmelzpunkt besitzen, haben Formgedächtnismaterialien abhängig von ihrer Temperatur zwei unterschiedliche Kristallstrukturen. Wird ein Formgedächtnismaterial verformt, verändert sich zunächst dessen Kristallstruktur. Durch die Erwärmung des Formgedächtnismaterials auf eine Phasenübergangstemperatur nehmen die Atome im Kristallgitter wieder ihre ursprüngliche Anordnung ein und die ursprüngliche Form kehrt ohne eine weitere äußere Kraftanwendung zurück. Die Phasenumwandlung ist dabei unabhängig von der Geschwindigkeit mit der sich die Temperatur ändert. Formgedächtnismateri-

alien und die damit verbundenen temperaturabhängigen hohen Rückstellkräfte lassen sich besonders vorteilhaft in Kältemaschinen und dort verwendeten Drosseln einsetzen. Auf diese Weise lässt sich eine Formänderung des zumindest einen Rohrs der adaptiven Drossel durch eine Umwandlung der Kristallstruktur des Formgedächtnismaterials in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur bewirken und somit der Durchfluss des Kühlmittels durch die adaptive Drossel in den Verdampfer optimal anpassen. Vorteilhaft wirkt sich auch der Umstand aus, dass Formgedächtnismaterialien geringe Ermüdung zeigen, wodurch sie auch bei einer sehr hohen Anzahl an Phasenumwandlung ihre ursprünglich vorgegebene Form zuverlässig einnehmen.

[0008] Insbesondere lässt sich die Größe des Formgedächtnismaterials der Kältemaschine zumindest in eine Richtung bei der Phasenumwandlung um mindestens 3% verändern. Die Phasenumwandlung führt somit zu einer nicht unerheblichen Größenänderung des Formgedächtnismaterials und damit zu einer Verkleinerung bzw. Vergrößerung des Querschnitts und/oder zu einer Verkürzung bzw. Verlängerung des zumindest einen Rohrs der adaptiven Drossel. Durch die damit verbundene temperaturabhängige Regulierung des Kühlmittelmassstroms lassen sich eine optimale Befüllung des Verdampfers und damit eine hohe Effizienz der Kältemaschine erreichen.

[0009] Vorteilhafterweise weist das Rohr der adaptiven Drossel der Kältemaschine auf seiner Innenseite eine Beschichtung zur thermischen Entkopplung des Rohrs der adaptiven Drossel von dem verwendeten Kühlmittel auf. Somit wird erreicht, dass die Temperatur des Kühlmittels keinen oder zumindest nur einen vernachlässigbaren Einfluss auf die Größenänderung des zumindest einen Rohrs der adaptiven Drossel und damit auf den durch die adaptive Drossel in den Verdampfer zirkulierenden Massestrom des Kühlmittels hat. Für den Durchfluss durch das zumindest eine Rohr der adaptiven Drossel ist somit lediglich die Umgebungstemperatur der Kältemaschine die maßgebliche Größe, wodurch die optimale Befüllung des Verdampfers von der Temperatur des Kühlmittels unbeeinflusst ist.

[0010] Die oben beschriebene Kältemaschine, die eine adaptive Drossel umfasst, lässt sich besonders vorteilhaft zur Kühlung von Kühlschränken einsetzen.

[0011] Des Weiteren werden Formgedächtnismaterialien als Rohr für eine Drossel zur temperaturabhängigen Änderung des Durchflusses des Kühlmittels verwendet. Solche adaptive Drosseln können überall dort eingesetzt werden, wo der Durchfluss an die Umgebungstemperatur angepasst werden soll. Mögliche Einsatzgebiete sind beispielsweise Wärmepumpen. Die vorstehend beschriebenen Vorteile von adaptiven Drosseln lassen sich übertragen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0012] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der

Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0013] Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Kältemaschine mit einer Ausführungsform der adaptiven Drossel.

Ausführungsbeispiele der Erfindung

[0014] Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Kältemaschine mit einer Ausführungsform der adaptiven Drossel 3 in einem nicht dargestellten Kühlschränke. Diese weist einen Verdichter 1, einen Verflüssiger 2, eine adaptive Drossel 3 und einen Verdampfer 4 auf. Ein Rohr der adaptiven Drossel 3 umfasst hierbei ein Formgedächtnismaterial. Der Verdampfer 4 ist neben einem zu kühlenden Kühlraum 6 angeordnet, der mithilfe einer Kühlraumisolierung 5 von Temperatureinflüssen der Umgebung abgeschirmt ist. In der Kältemaschine zirkuliert ein Kühlmittel als Wärmeübertragungsmittel. Dieses wird in einem Verdichter 1 verdichtet und dabei erwärmt. In einem Verflüssiger 2 wird die Wärme an die Umgebung der Kältemaschine abgegeben. Im Anschluss strömt das Kühlmittel durch das Rohr der adaptiven Drossel 3, hierbei wird der Druck des Kühlmittels reduziert. Der Durchmesser, die Länge und/oder die Form des Rohrs der adaptiven Drossel 3 sind aufgrund der Eigenschaften der Formgedächtnismaterialien abhängig von der Umgebungstemperatur. Übersteigt die Temperatur des Formgedächtnismaterials des Rohrs der adaptiven Drossel 3 eine Phasenumwandlungstemperatur des Formgedächtnismaterials, ändert sich die Kristallstruktur des Rohrs der adaptiven Drossel 3. Aus dieser Phasenumwandlung resultieren eine Veränderung des Durchmessers, der Länge und/oder der Form des Rohrs der adaptiven Drossel 3. Abhängig von der herrschenden Umgebungstemperatur der Kältemaschine wird somit der Massestrom des Kühlmittels durch das Rohr der adaptiven Drossel 3 reduziert oder gesteigert. Von der adaptiven Drossel 3 aus strömt das Kühlmittel in den Verdampfer 4. Durch die Anpassung des Massestroms durch die adaptive Drossel 3 wird eine optimale Befüllung des Verdampfers 4 mit dem Kühlmittel erreicht. Im Verdampfer 4 nimmt das Kühlmittel Wärme aus der Innenwand des Kühlraums 6 auf, verdampft und strömt im Anschluss daran zum Verdichter 1 woraufhin der Kreislauf von neuem beginnt.

Patentansprüche

1. Kältemaschine, umfassend einen Verdichter (1), einen Verflüssiger (2), einen Verdampfer (4) und eine Drossel, durch die zum Wärmetransport ein Kühlmittel fließt,
dadurch gekennzeichnet, dass die Drossel eine adaptive Drossel (3) ist, bei der zumindest ein Rohr, durch welches das Kühlmittel fließt, ein adaptives Material umfasst, welches bei einer Änderung der

Umgebungstemperatur zu einer Änderung des Durchflusses durch das Rohr der adaptiven Drossel (3) führt.

2. Kältemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das adaptive Material bei einer Änderung der Umgebungstemperatur zu einer Änderung des Durchmesser, der Länge und/oder der Form des Rohrs der adaptiven Drossel (3) führt. 5
10
3. Kältemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das adaptive Material ein Formgedächtnismaterial ist. 15
4. Kältemaschine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Größe des Formgedächtnismaterials zumindest in einer Richtung bei einer Phasenumwandlung um mindestens 3% verändert. 20
5. Kältemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die adaptive Drossel (3) an Ihrer Innenseite eine Beschichtung zur thermischen Entkopplung der adaptiven Drossel (3) vom Kühlmittel aufweist. 25
6. Verwendung einer Kältemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche in einem Kühlschrank.
7. Verwendung von Formgedächtnismaterialien als Rohr für eine adaptive Drossel (3). 30

35

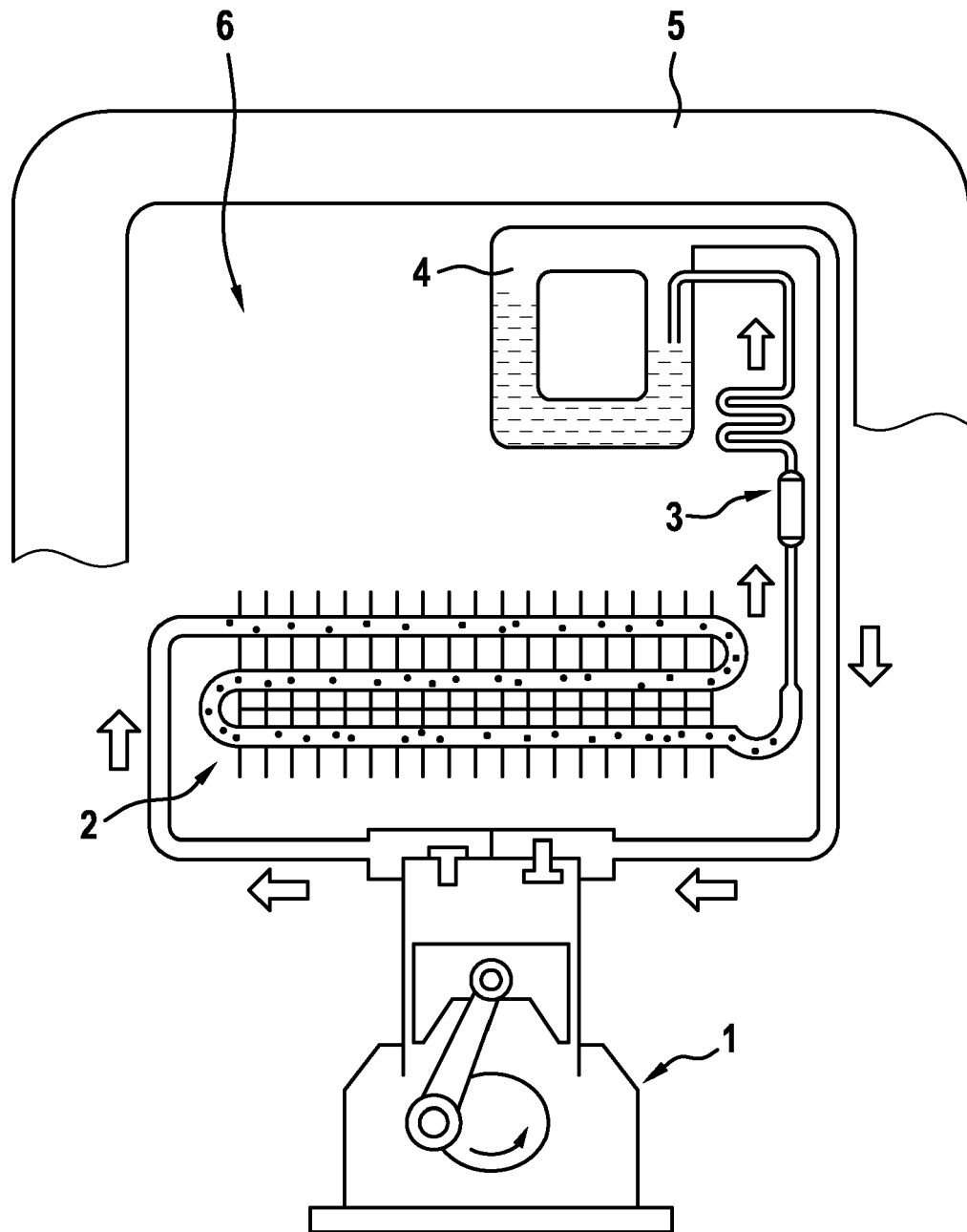
40

45

50

55

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 18 21 1246

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP S59 147970 A (MATSUSHITA REFRIGERATION) 24. August 1984 (1984-08-24) * Absatz [0001]; Abbildungen 2,4 *	1-7	INV. F25B41/06
X	JP S57 187572 A (SHARP KK) 18. November 1982 (1982-11-18) * Zusammenfassung; Ansprüche 1,2; Abbildungen 1,3 *	1-7	
X	JP S61 237980 A (HITACHI LTD) 23. Oktober 1986 (1986-10-23) * Absatz [0001]; Abbildungen *	1-7	
A	DE 10 2011 005786 A1 (BSH BOSCH SIEMENS HAUSGERÄTE [DE]) 20. September 2012 (2012-09-20) * Absätze [0003], [0005], [0007]; Abbildung 1 *	1-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F25B F16K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. Mai 2019	Prüfer Ritter, Christoph
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 18 21 1246

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

20-05-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	JP S59147970 A	24-08-1984	KEINE	
	JP S57187572 A	18-11-1982	KEINE	
15	JP S61237980 A	23-10-1986	KEINE	
	DE 102011005786 A1	20-09-2012	CN 103620324 A	05-03-2014
20			DE 102011005786 A1	20-09-2012
			EP 2686622 A2	22-01-2014
			WO 2012126701 A2	27-09-2012
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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