

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 805 941 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

03.11.1999 Patentblatt 1999/44

(51) Int Cl.⁶: **F25B 9/00, F02G 1/044**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP96/00134

(21) Anmeldenummer: **96900320.1**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 96/23182 (01.08.1996 Gazette 1996/35)

(22) Anmeldetag: **13.01.1996**

(54) **WÄRME- UND KÄLTEMASCHINE**

HEAT AND COLD-GENERATING MACHINE

MACHINE DE PRODUCTION DE CHALEUR ET DE FROID

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT CH DE ES FR GB IT LI NL

(30) Priorität: **25.01.1995 DE 19502190**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

12.11.1997 Patentblatt 1997/46

(73) Patentinhaber:

- **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)
- **VISSMANN WERKE GmbH & CO.**
35108 Allendorf/Eder (DE)

(72) Erfinder:

- **HEIKRODT, Klaus**
D-47829 Krefeld (DE)
- **BERND, Thomas**
D-52070 Aachen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 611 927

US-A- 5 400 599

DE-A- 3 536 710

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 805 941 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine nach einem regenerativen Gaskreisprozeß arbeitende Wärme- und Kältemaschine mit mindestens zwei Kolben, die mindestens drei Prozeßräume unter Zwischenschaltung jeweils mindestens eines Wärmetauschers und mindestens eines mit diesem in Reihe geschalteten Regenerators voneinander trennen.

[0002] Nach einem regenerativen Gaskreisprozeß, beispielsweise nach dem Stirling- oder Vuilleumier-Kreisprozeß arbeitende Wärme- und Kältemaschinen sind seit langer Zeit bekannt, beispielsweise aus der GB-PS 136 195. Derartige Maschinen haben zwei in einem druckdichten Gehäuse linear bewegliche Kolben, die gemeinsam ein warmes Arbeitsvolumen begrenzen und von denen der eine Kolben im Gehäuse ein heißes, mit Wärme beaufschlagtes Arbeitsvolumen und der andere Kolben ein kaltes Arbeitsvolumen begrenzt, wobei die drei Arbeitsvolumina unter Zwischenschaltung von Regeneratoren und Wärmeübertragern miteinander verbunden sind und ein Antrieb und/oder eine Steuerung für die Kolben vorgesehen ist.

[0003] Trotz der unbestreitbaren Vorteile der nach einem regenerativen Gaskreisprozeß arbeitenden Wärme- und Kältemaschinen haben diese bisher keinen Eingang in die Praxis gefunden, und zwar hauptsächlich wegen konstruktiver Schwierigkeiten, die die Realisierung der theoretischen Vorteile derartiger Maschinen in der Praxis bisher verhinderten.

[0004] Bei den nach einem regenerativen Gaskreisprozeß arbeitenden Wärme- und Kältemaschinen, die für die Heizung und Klimatisierung von Gebäuden und Fahrzeugen eingesetzt und mit einem von der atmosphärischen Luft beaufschlagten, als Wärmequelle betriebenen Wärmeübertrager ausgestattet sind, besteht die Gefahr, daß bei Lufttemperaturen um den Gefrierpunkt und bei hoher Luftfeuchtigkeit der Luftwärmetauscher einfriert. In diesem Fall erfolgt durch den weiteren Betrieb der Maschine auch ein Einfrieren des kalten Wärmetauschers der Maschine. Diese Einfriergefahr besteht auch dann, wenn Störungen im kalten Kreislauf der Maschine auftreten, zum Beispiel durch Ausfall der Umwälzpumpe.

[0005] Um diese Gefahr zu beseitigen, ist es bekannt, den Luftwärmetauscher abzutauen bzw. vor dem Einfrieren zu beheizen. Dies erfordert aufwendige Heizeinrichtungen, die nicht nur energetisch unerwünscht sind, sondern auch aufwendige Steuerungen erfordern, die normalerweise auch ein Abschalten der gesamten Maschine bewirken.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine nach einem regenerativen Gaskreisprozeß arbeitende Wärme- und Kältemaschine zu schaffen, bei der die Einfriergefahr des kalten Wärmetauschers mit konstruktiv und regeltechnisch einfachen Mitteln auf energetisch sinnvolle Weise beseitigt wird.

[0007] Die Lösung dieser Aufgabenstellung durch die

Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der dem kalten Prozeßraum zugeordneten Regeneratoren zur Veränderung der über den kalten Wärmetauscherkreislauf zwischen Prozeßgas und Umgebung übertragenen Wärmemenge mit mindestens einem ein Steuerventil enthaltenen Bypass versehen ist.

[0008] Durch die erfindungsgemäße Ausbildung eines Bypasses zu mindestens einem der dem kalten Wärmetauscher zugeordneten Regeneratoren wird beim Auftreten von Vereisungen am Luftwärmetauscher das Bypassventil zeitlich begrenzt geöffnet, so daß dem Prozeßgas in diesem durch den Bypass umgangenen Regenerator keine Wärme entzogen und auf diese Weise der in der Maschine angeordnete kalte Wärmetauscher durch die aus dem warmen Prozeßraum kommende Wärmemenge auf eine Temperatur oberhalb des Gefrierpunktes gebracht wird, womit zugleich der Luftwärmetauscher enteist wird. Auch bei einem Ausfall der Umwälzpumpe in dem zum kalten Wärmetauscher gehörenden Kreislauf wird auf diese Weise selbst bei weiterlaufender Maschine ein Einfrieren des kalten Wärmetauschers vermieden.

[0009] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Bypassleitung in Form einer Durchgangsöffnung im Regenerator ausgebildet, die an beiden Enden im Normalbetrieb der Maschine verschlossen ist. Hierdurch ergibt sich eine tottraumfreie Ausgestaltung dieses Regenerators.

[0010] Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung wird die Bypassleitung durch einen Tauchkolben verschlossen, der über einen Elektromagnet entgegen der Kraft einer Rückzugsfeder bewegbar ist. Diese erfindungsgemäße Weiterbildung ergibt eine besonders einfache und funktionssichere Konstruktion mit geringem Raumbedarf.

[0011] Auf der Zeichnung ist außer einem schematischen Ausführungsbeispiel einer nach einem regenerativen Gaskreisprozeß arbeitenden Wärme- und Kältemaschine eine konstruktive Ausführungsmöglichkeit der Erfindung dargestellt und zwar zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Wärme- und Kältemaschine und

Figur 2 einen Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines mit einem Bypass versehenen Regenerators

[0012] Die in Figur 1 schematisch dargestellte Wärme- und Kältemaschine umfaßt ein druckdichtes Gehäuse 1, in dem ein heißer Kolben 2 und ein kalter Kolben 3 linear beweglich angeordnet sind. Der heiße Kolben 2 begrenzt ein heißes Arbeitsvolumen 4, dem Wärme zugeführt wird, beispielsweise durch eine gasbeheizte Brennkammer 5. Der kalte Kolben 3 begrenzt ein kaltes Arbeitsvolumen 6. Beide Kolben 2 und 3 begrenzen ein warmes Arbeitsvolumen 7. Für die synchronisierte Bewegung der Kolben 2 und 3 ist beim Ausführungs-

rungsbeispiel ein Getriebe 8 vorgesehen, das über eine hohle Kolbenstange 9 mit dem kalten Kolben 3 und über eine weitere Kolbenstange 10 mit dem heißen Kolben 2 verbunden ist.

[0013] Sowohl zwischen dem heißen Arbeitsvolumen 4 und dem warmen Arbeitsvolumen 7 als auch zwischen dem warmen Arbeitsvolumen 7 und dem kalten Arbeitsvolumen 6 ist jeweils ein Regenerator 11 bzw. 12 angeordnet. Dem warmen Arbeitsvolumen 7 ist weiterhin ein warmer Wärmetauscher 14 zugeordnet, der mit dem Regenerator 11 in Reihe geschaltet ist und ebenso wie dieser vom Prozeßgas durchströmt wird. Aus diesem warmen Wärmetauscher 13 wird im geschlossenen Kreislauf über eine Umwälzpumpe 13a Wärme an einen beispielsweise als Heizung 14 ausgebildeten Wärmetauscher abgegeben.

[0014] Auch dem kalten Arbeitsvolumen 6 ist ein mit dem Regenerator 12 in Reihe geschalteter, von Prozeßgas durchströmter kalter Wärmetauscher 15 zugeordnet, der mit einem Luftwärmetauscher 16 in einem geschlossenen Kreislauf angeordnet ist. In diesem Kreislauf befindet sich eine Umwälzpumpe 15a.

[0015] Bei dem in Figur 1 schematisch dargestellten Ausführungsbeispiel einer Wärme- und Kältemaschine ist der dem kalten Arbeitsvolumen 6 zugeordnete Regenerator 12 mit einem Bypass 17 versehen, in dem ein Bypassventil 17a angeordnet ist. Im Normalbetrieb ist dieses Bypassventil 17a geschlossen, so daß der Bypass 17 keinen Einfluß auf die nach einem regenerativen Gaskreisprozeß arbeitende Wärme- und Kältemaschine hat.

[0016] Da der Luftwärmetauscher 16 der atmosphärischen Luft Wärme entzieht, besteht die Gefahr, daß bei Lufttemperaturen um den Gefrierpunkt und bei hoher Luftfeuchtigkeit dieser Luftwärmetauscher 16 einfriert. In diesem Fall würde bei einem weiteren Betrieb der Maschine auch der kalte Wärmetauscher 15 in der Maschine einfrieren. Hierdurch würde nicht nur der Gaskreisprozeß beeinträchtigt, sondern eine derart starke Absenkung der Temperatur im kalten Arbeitsvolumen 7 auftreten, so daß die Gefahr einer Zerstörung der Maschine besteht. Diese Gefahr entsteht auch dann, wenn beispielsweise durch eine Störung der Umwälzpumpe 1 5a der Wärmeaustausch im kalten Wärmetauscher 15 behindert wird.

[0017] Um diese Einfriergefahr des Luftwärmetauschers 16 und damit des kalten Wärmetauschers 15 nicht nur bei Lufttemperaturen um den Gefrierpunkt, sondern auch beim Ausfall der Umwälzpumpe 15a zu beseitigen, wird das Bypassventil 17a zumindest zeitlich begrenzt geöffnet. Das Prozeßgas wird aufgrund des geringeren Strömungswiderstandes den Regenerator 12 durch den Bypass 17 umgehen, so daß dem Prozeßgas im Regenerator 12 keine Wärme entzogen wird. Da der kalte Wärmetauscher 15 in Reihe zum Regenerator 12 geschaltet ist, wird der kalte Wärmetauscher 15 durch die aus dem warmen Arbeitsvolumen 7 kommende Wärmemenge auf einer Temperatur ober-

halb des Gefrierpunktes gebracht bzw. gehalten.

[0018] Hierdurch wird beim Auftreten von Vereisungen des Luftwärmetauschers 16 dieser abgetaut bzw. vor dem Einfrieren geschützt, vorausgesetzt daß die Umwälzpumpe 15a arbeitet. Sollte die Umwälzpumpe 15a ausfallen, wodurch zugleich eine Unterkühlung des Luftwärmetauschers 16 unterbleibt, sorgt die aus dem warmen Arbeitsraum 7 kommende Wärme dafür, daß bei einer trotz Ausfalls der Umwälzpumpe 15a weiterbetriebenen Maschine keine Unterkühlung des kalten Wärmetauschers 15 stattfindet, die zu einer Zerstörung der Maschine führen würde.

[0019] Die Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel des Regenerators 12 in einem Längsschnitt.

[0020] Auf der Zeichnung ist ein Teil des Gehäuses 1 und des kalten Kolbens 3 der Maschine zu erkennen. Der Regenerator 12 steht mit dem kalten Arbeitsvolumen 6 der Maschine über einen Ringkanal 18 in Verbindung und ist in Reihe mit dem kalten Wärmetauscher 15 geschaltet, von dem ebenfalls ein Teil in Figur 2 dargestellt ist. Der in Figur 2 gezeigte Teil des Regenerators 12 ist weiterhin mit einer Durchgangsöffnung 12a versehen, die durch einen Tauchkolben 19 verschließbar ist. In der Schließstellung füllt der Tauchkolben 19 die als Bypass wirkende Durchgangsöffnung 12a des Regenerators 12 aus, so daß sich durch den Bypass kein Totraum im Normalbetrieb der Maschine ergibt.

[0021] Der in Verbindung mit der Durchgangsöffnung 12a das Bypassventil bildende Tauchkolben 19 kann aus seiner in Figur 2 dargestellten Schließstellung entgegen der Kraft einer Rückstellfeder 21 durch einen Elektromagneten 20 herausbewegt werden. Diese Freigabestellung und damit die Öffnung des Bypasses ist gestrichelt in Figur 2 eingezeichnet. In dieser gestrichelten Stellung wird das Prozeßgas im wesentlichen unter Umgehung des Regenerators 12 dessen Durchgangsöffnung 12a durchströmen, um auf diese Weise ein Einfrieren des kalten Wärmetauschers 15 und damit des in Figur 2 nicht dargestellten Luftwärmetauschers 16 zu verhindern.

Bezugszeichenliste:

[0022]

- | | |
|---|-----------------------|
| 1 | Gehäuse |
| 2 | heißer Kolben |
| 3 | kalter Kolben |
| 4 | heißes Arbeitsvolumen |
| 5 | Brennkammer |
| 6 | kaltes Arbeitsvolumen |
| 7 | warmes Arbeitsvolumen |

8	Getriebe	im Normalbetrieb der Maschine verschlossen ist.
9	hohle Kolbenstange	3. Wärme- und Kältemaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypassleitung
10	Kolbenstange	5 (17) durch einen Tauchkolben (19) verschließbar ist, der über einen Elektromagnet (20) entgegen der Kraft einer Rückstellfeder (21) bewegbar ist.
11	Regenerator	
12	Regenerator	10 Claims
12a	Durchgangsöffnung	1. Heating and refrigerating machine operating in accordance with a regenerative gas cycle, having at least two pistons (2, 3), which separate at least three process spaces (4, 6, 7) from one another with the interposition in each case of at least one heat exchanger (13, 15) and at least one regenerator (11, 12) connected in series with the said heat exchangers, characterized in that at least one of the regenerators (12) assigned to the cold process space (6) is provided with at least one bypass (17) containing a control valve (17a) to vary the amount of heat that is transferred between the process gas and the environment by the cold heat exchanger circuit.
13	warmer Wärmetauscher	15
13a	Umwälzpumpe	20
14	Heizung	25
15	kalter Wärmetauscher	2. Heating and refrigerating machine according to Claim 1, characterized in that the bypass line (17) is constructed in the form of a passage opening (12a) in the regenerator (12), this opening being closed at both ends during normal operation of the machine.
15a	Umwälzpumpe	30
16	Luftwärmetauscher	3. Heating and refrigerating machine according to Claim 1 or 2, characterized in that the bypass line (17) can be closed by a plunger piston (19), which can be moved by an electromagnet (20) counter to the force of a return spring (21).
17	Bypass	35
17a	Bypassventil	
18	Ringkanal	
19	Tauchkolben	
20	Elektromagnet	
21	Rückstellfeder	

Patentansprüche

1. Nach einem regenerativen Gaskreisprozeß arbeitende Wärme- und Kältemaschine mit mindestens zwei Kolben (2, 3), die mindestens drei Prozeßräume (4, 6, 7) unter Zwischenschaltung jeweils mindestens eines Wärmetauschers (13, 15) und mindestens eines mit diesen in Reihe geschalteten Regenerators (11, 12) voneinander trennen, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens einer der dem kalten Prozeßraum (6) zugeordneten Regeneratoren (12) zur Veränderung der über den kalten Wärmetauscherkreislauf zwischen Prozeßgas und Umgebung übertragenen Wärmemenge mit mindestens einem ein Steuer-ventil (17a) enthaltenden Bypass (17) versehen ist.
2. Wärme- und Kältemaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypassleitung (17) in Form einer Durchgangsöffnung (12a) im Regenerator (12) ausgebildet ist, die an beiden Enden

Revendications

1. Machine de production de chaleur et de froid fonctionnant selon un cycle à gaz à récupération, avec au moins deux pistons (2, 3), qui séparent les unes des autres au moins trois chambres (4, 6, 7) avec interposition respectivement d'au moins un échangeur de chaleur (13, 15) et d'au moins un récupérateur (11, 12) monté en série avec ceux-ci, caractérisée en ce que l'un au moins des récupérateurs (12) associés à la chambre froide (6) du procédé est pourvue au moins d'une dérivation (17), qui contient une vanne de commande (17a), pour modifier la quantité de chaleur qui est transmise par l'intermédiaire du circuit de l'échangeur de chaleur froid entre le gaz du procédé et l'environnement.
2. Machine de production de chaleur et de froid selon

la revendication 1,
caractérisée en ce que
la conduite de dérivation (17) est constituée sous la
forme d'une ouverture de passage (12a) dans le ré-
cupérateur (12), cette ouverture étant fermée aux 5
deux extrémités quand la machine fonctionne nor-
malement.

3. Machine de production de chaleur et de froid selon
la revendication 1 ou 2, 10
caractérisée en ce que
la conduite de dérivation (17) peut être fermée par
un piston plongeur (19), qui peut être déplacé au
moyen d'un électroaimant (20) à l'encontre de la for-
ce d'un ressort de rappel (21). 15

20

25

30

35

40

45

50

55

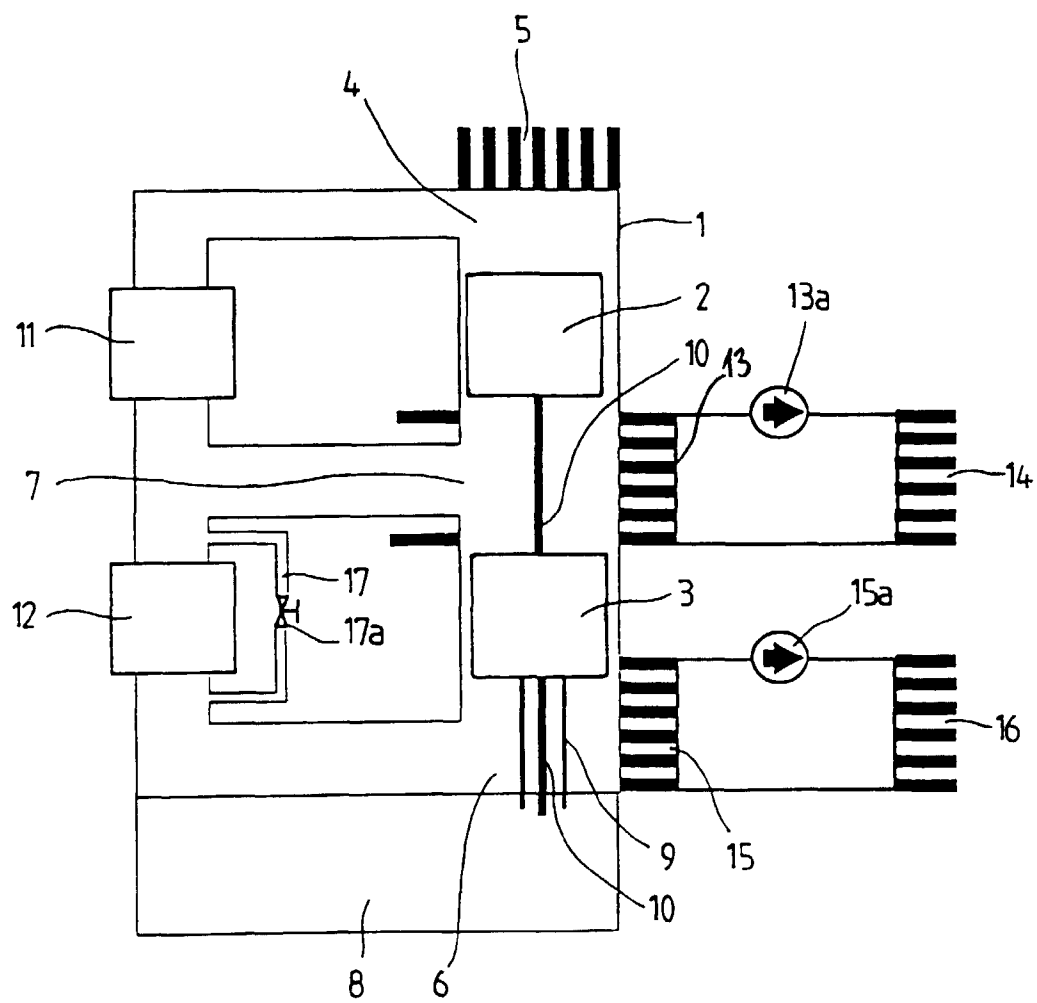


Fig.1

Fig. 2

