



12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **90122405.5**

51 Int. Cl.⁵: **F04C 19/00, F04C 29/04**

22 Anmeldetag: **23.11.90**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.05.92 Patentblatt 92/22

71 Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2(DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR IT NL

72 Erfinder: **Holzheimer, Günter, Dipl.-Ing. (FH)**
Egerlandstrasse 49
W-8523 Baiersdorf(DE)
 Erfinder: **Mugele, Kurt-Willy, Dipl.-Ing.**
Atzelsberger Steige 1A
W-8520 Erlangen(DE)

54 **Flüssigkeitsringpumpe.**

57 Eine Flüssigkeitsringpumpe (1) mit einem nachgeschalteten Separator (3) zur Rückgewinnung der Betriebsflüssigkeit, der eine Abluftleitung (4) sowie eine zur Flüssigkeitsringpumpe (1) zurückführende Rücklaufleitung (5) aufweist, soll wirtschaftlicher und gegen Änderungen der Temperatur und der relativen Feuchte des Fördergases unempfindlicher arbeiten. Dazu wird vorgeschlagen, daß in die Abluftleitung (4) des Separators (3) ein Wärmetauscher (6) geschaltet ist, der in seiner Kühlleistung mittels seines Kühlsensors (10,15) in Abhängigkeit vom Niveau des im Separator (3) angesammelten Kondensats (9) derart regelbar ist, daß bei sinkendem Kondensatstand die Kühlleistung erhöht und bei steigendem Kondensatstand die Kühlleistung verringert wird.

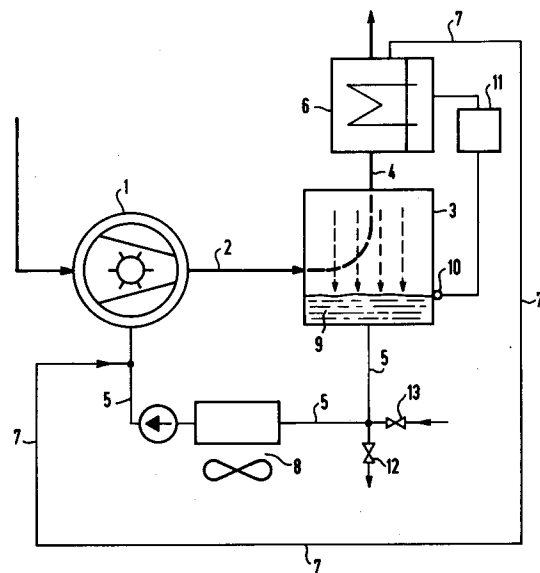


FIG 2

Die Erfindung bezieht sich auf eine Flüssigkeitsringpumpe gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 4.

In der Flüssigkeitsringpumpe läuft durch ein Laufrad in einem Gehäuse ein Flüssigkeitsring aus Betriebsflüssigkeit um. Der Flüssigkeitsring hebt sich auf der Saugseite von der Laufradnabe ab, so daß das zu fördernde Gas eintreten kann. Auf der Druckseite nähert sich der Flüssigkeitsring der Laufradnabe wieder an, wodurch das nunmehr verdichtete Fördergas ausgeschoben wird. Die Flüssigkeitsringpumpe arbeitet mit einem nachgeschalteten Separator zur Rückgewinnung von Betriebsflüssigkeit. Die Rücklaufleitung des Separators wird gegebenenfalls durch einen Wärmetauscher zum Herunterkühlen der Betriebsflüssigkeit geführt. Flüssigkeitsringpumpen eignen sich insbesondere zur ölfreien Verdichtung von trockenen, teilweise oder vollständig mit Wasserdampf gesättigten Gasen.

Bei Flüssigkeitsringpumpen ändert sich das Saugvermögen und der Ansaugdruck mit der Temperatur der Betriebsflüssigkeit, da der Dampfdruck temperaturabhängig ist. Übliche Betriebskennlinien sind für ein Ansaugen von Luft mit 100 % relativer Feuchte und einer Temperatur von 20 °C sowie für Wasser als Betriebsflüssigkeit bei einer Temperatur von 15 °C aufgenommen. Die Betriebsflüssigkeit hat außer der eigentlichen Arbeitsfunktion auch noch eine weitere Funktion, nämlich die Verdichtungswärme abzuführen und gegebenenfalls Spalte zwischen Laufrad und Steuerscheiben abzudichten und gegebenenfalls auch innere Teile einer Wellendichtung zu kühlen. Die ausgeschobene Betriebsflüssigkeit kann in einem nachgeschalteten Separator vom Fördergas getrennt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Flüssigkeitsringpumpe zu entwickeln, die wirtschaftlicher und gegen Änderungen der Temperatur und der relativen Feuchte des Fördergases unempfindlicher arbeitet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 4 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Ansprüchen 2 und 3 sowie 5 bis 15 beschrieben.

Bei der erfindungsgemäßen Flüssigkeitsringpumpe nach Anspruch 1 wird durch einen in der Abluftleitung des Separators angeordneten Wärmetauscher die in der Abluft vorhandene Betriebsflüssigkeit, üblicherweise Wasser, zurückgewonnen. Der Wärmetauscher ist in seiner Kühlleistung in Abhängigkeit von einem Niveausensor am Kondensat des Separators derart geregelt, daß bei sinkendem Kondensatstand die Kühlleistung erhöht und bei steigendem Kondensatstand die Kühlleistung verringert wird. Bei entsprechend empfindlicher Regelung treten hinsichtlich der Betriebsflüssigkeit

keine Leckverluste und keine zu beseitigenden Mengen auf. Wenn man üblicherweise bei dem Fördergas von 20 °C und einer relativen Feuchte von 50 % auf der Ansaugseite sowie bei einer Temperatur von 25 °C und einer relativen Feuchte von 100 % auf der Förderseite trotz eines Separators einen Verlust an Betriebsflüssigkeit in der Größenordnung von 90 kg pro Stunde hinnehmen muß, kann man erfindungsgemäß im Prinzip in einem echten geschlossenen Kreislauf ohne Leckverlust arbeiten. Hierzu ist die rückgewonnene Betriebsflüssigkeit im Wärmetauscher bei einer Betriebsflüssigkeit aus Wasser auf eine Temperatur in der Größenordnung von 5 °C herunterzukühlen.

Wenn man aus besonderen Gründen Kompromisse eingehen möchte, kann man die Flüssigkeitsringpumpe gemäß Anspruch 2 ausbilden und in der Rücklaufleitung zwischen Separator und Wärmetauscher ein Ablaßventil sowie ein Einlaßventil einordnen. Damit kann die Flüssigkeitsringpumpe auch in einem überlagerten Betrieb mit zuzuführender und abzulassender Betriebsflüssigkeit arbeiten.

Eine Flüssigkeitsringpumpe gemäß Anspruch 3 bietet aufgrund eines in die Rücklaufleitung des Separators geschalteten Luftkühlers eine nochmals verbesserte Kühlleistung und damit ein nochmals verbessertes Saugvermögen. Die gesamte im Kreislauf befindliche Betriebsflüssigkeit wird durch den Luftkühler gekühlt. Die Rückgewinnung der Betriebsflüssigkeit aus der Abluft erfolgt über den in der Abluftleitung angeordneten Wärmetauscher.

Bei der erfindungsgemäßen Flüssigkeitsringpumpe nach Anspruch 4 steht durch Einblasen von Luft in den Separator mehr Luft zur Verfügung, die sich mit der Betriebsflüssigkeit, vorzugsweise Wasser, sättigen kann. Die zur Sättigung der Luft mit der Betriebsflüssigkeit notwendige Verdampfungswärme wird der Betriebsflüssigkeit entzogen, die Betriebsflüssigkeit wird dadurch gekühlt. Der dabei auftretenden Verlust an Betriebsflüssigkeit muß jedoch ersetzt werden. Dies kann über Versorgungsleitungen erfolgen, die z.B. gemäß den Ansprüchen 8 bis 10 angeordnet sind. Eine andere Möglichkeit ist die Kondensation der Betriebsflüssigkeit über einen in die Abluftleitung geschalteten Wärmetauscher.

Die Anordnung eines Gasringverdichters bzw. Ventilators, der Luft in den Separator drückt, kann auch bei Flüssigkeitsringpumpen erfolgen, bei denen in der Abluftleitung und ggf. zusätzlich in der Rücklaufleitung Wärmetauscher angeordnet sind. Man erhält dann eine Flüssigkeitsringpumpe gemäß Anspruch 5.

Der Gasringverdichter bzw. der Ventilator kann hierbei so angeordnet sein, daß die Luft entweder durch das Kondensat hindurch oder oberhalb des Kondensats in den Separator eingebracht wird.

Sowohl die Regelung der Zufuhr von Betriebsflüssigkeit als auch die Regelung der Kühlleistung des Wärmetauschers sollte vorzugsweise über einen Niveausensor erfolgen, der z.B. nach Anspruch 13 oder 14 ausgebildet sein kann. Für die Regelung der Zufuhr von Betriebsflüssigkeit sind in den Ansprüchen 11 und 12 vorteilhafte Ausführungsbeispiele angegeben.

Bei einer Flüssigkeitsringpumpe gemäß Anspruch 15 ist das Saugvermögen sowie das erreichbare Vakuum nochmals verbessert. Eine derart ausgebildete Flüssigkeitsringpumpe ist somit noch wirtschaftlicher.

Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen werden im folgenden anhand von schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert; darin zeigen:

FIG 1 eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Flüssigkeitsringpumpe mit einem Wärmetauscher,

FIG 2 eine zweite Ausführungsform, die gegenüber einer Flüssigkeitsringpumpe nach FIG 1 zusätzlich einen Luftkühler aufweist,

FIG 3 eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Flüssigkeitsringpumpe mit einer in den Separator mündenden Gasringpumpe.

In den FIG 1 bis 3 ist mit 1 eine Flüssigkeitsringpumpe bezeichnet, der über eine Verbindungsleitung 2 ein Separator 3 nachgeschaltet ist. Der Separator 3 weist eine Abluftleitung 4 auf, die in die Atmosphäre mündet. Weiterhin ist der Separator 3 über eine Rücklaufleitung 5 mit der Flüssigkeitsringpumpe 1 verbunden.

Bei den in den FIG 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispielen ist in der Abluftleitung 4 ein Wärmetauscher 6 angeordnet, der über eine Rohrleitung 7 an die Rücklaufleitung 5 geschaltet ist.

Der Separator 3 dient zusammen mit dem Wärmetauscher 6 der Rückgewinnung von Betriebsflüssigkeit, die nach der Verdichtung des zu fördernden Gases teilweise mit diesem aus der Flüssigkeitsringpumpe 1 hinausgedrückt wird. Die Zurückgewonnene Betriebsflüssigkeit aus dem Separator 3 wird über die Rücklaufleitung 5 sowie aus dem Wärmetauscher 6 über die Rohrleitung 7 in die Flüssigkeitsringpumpe 1 zurückgeführt.

Eine besonders gute Kühlung der Betriebsflüssigkeit wird bei dem in FIG 2 dargestellten Ausführungsbeispiel durch einen in der Rücklaufleitung 5 angeordneten Luftkühler 8 erreicht.

Das Niveau des von der Betriebsflüssigkeit im Separator 3 gebildeten Kondensats 9 wird durch einen Niveausensor 10 erfaßt, der vorzugsweise ein Peltier-Element umfaßt. Der Niveausensor 10 ist funktionell Teil eines Reglers 11. Der Regler 11 regelt deshalb in Abhängigkeit vom Niveau des

Kondensats 9 die Kühlleistung des Wärmetauschers 6. Die Regelung erfolgt hierbei derart, daß bei sinkendem Kondensatstand die Kühlleistung erhöht wird und bei steigendem Kondensatstand die Kühlleistung verringert wird. Bei sinkendem Kondensatstand erhöht sich dadurch der Kondensatgewinn und bei hohem Niveau des Kondensats die Austragung durch Verdunsten. Üblicherweise wird mit Wasser als Betriebsflüssigkeit gearbeitet. Um Luft als Fördergas zu fördern, die auf der Ansaugseite der Flüssigkeitsringpumpe 1 beispielsweise 20 °C und eine relative Feuchte von 50 % aufweist, und um eine Menge von 2 bis 2,5 kg pro Sekunde zu fördern, ist vom Wärmetauscher 6 eine Menge an Betriebsflüssigkeit in der Größenordnung von 450 kg pro Stunde zu bewältigen.

Um einen überlagerten Betrieb zu ermöglichen, kann man in der Rücklaufleitung 5 zwischen Separator 3 und Luftkühler 8 ein Abbläßventil 12 und/oder ein Einlaßventil 13 vorsehen.

Bei dem in FIG 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist an dem Separator 3 ein Gasringverdichter 14 angeordnet. Der Gasringverdichter 14 bläst Luft aus der Atmosphäre in den Separator 3. Die Luft wird hierbei durch das Kondensat 9 hindurch in den Separator 3 eingeführt. Man erhält dadurch einen besonders hohen Sättigungsgrad der eingebrachten Luft. Die zur Sättigung der Luft mit Wasser notwendige Verdampfungswärme wird dem Wasser entzogen, das dadurch gekühlt wird. Der hierbei auftretende Wasserverlust führt zu einem Absinken des Kondensats 9. In vorteilhafter Weise wird das Absinken des Kondensats 9 über einen Niveausensor 15 erfaßt, der als Schwimmerschalter ausgebildet ist und selbsttätig eine wasserführende Versorgungsleitung 16 zuschaltet. Die Zuschaltung der Versorgungsleitung 16 kann hierbei wiederum über ein Einlaßventil 17 erfolgen.

Patentansprüche

1. Flüssigkeitsringpumpe (1) mit einem nachgeschalteten Separator (3) zur Rückgewinnung der Betriebsflüssigkeit, der eine Abluftleitung (4) sowie eine zur Flüssigkeitsringpumpe (1) zurückführende Rücklaufleitung (5) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Abluftleitung (4) des Separators (3) ein Wärmetauscher (6) geschaltet ist, der in seiner Kühlleistung mittels eines Niveausensors (10,15) in Abhängigkeit vom Niveau des im Separator (3) angesammelten Kondensats (9) derart regelbar ist, daß bei sinkendem Kondensatstand die Kühlleistung erhöht und bei steigendem Kondensatstand die Kühlleistung verringert wird.
2. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß in der Rücklaufleitung (5) ein Abblauventil (12) und/oder ein Einblauventil (13) angeordnet ist.

3. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei in die Rücklaufleitung (5) ein weiterer Wärmetauscher (8) geschaltet ist, **dadurch gekennzeichnet,** daß dieser Wärmetauscher als Luftkühler (8) ausgebildet ist. 10
4. Flüssigkeitsringpumpe (1) mit einem nachgeschalteten Separator (3) zur Rückgewinnung der Betriebsflüssigkeit, der eine Abluftleitung (4) sowie eine zur Flüssigkeitsringpumpe (1) zurückführende Rücklaufleitung (5) aufweist, **dadurch gekennzeichnet,** daß am Separator (3) wenigstens ein Luft in diesen drückender Gasringverdichter (14) oder Ventilator angeordnet ist. 20
5. Flüssigkeitsringpumpe nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß am Separator (3) wenigstens ein Luft in diesen drückender Gasringverdichter (14) oder Ventilator angeordnet ist. 25
6. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Luft durch das Kondensat (9) hindurch in den Separator (3) eingeführt wird. 30
7. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Luft oberhalb des Kondensats (9) in den Separator (3) eingeführt wird. 40
8. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet,** daß in der Rücklaufleitung (5) zwischen Separator (3) und Luftkühler (8) ein Abblauventil (12) und/oder ein Einblauventil (13) angeordnet ist. 45
9. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,** daß in der Rücklaufleitung (5) zwischen Separator (3) und Luftkühler (8) ein Abblauventil (12) und/oder ein an eine Versorgungsleitung für die Betriebsflüssigkeit geschaltetes Einblauventil (13) angeordnet ist. 50 55
10. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach einem oder

mehreren der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet,**

daß an dem Separator (3) ein an eine Versorgungsleitung (16) für die Betriebsflüssigkeit geschaltetes Einblauventil (17) angeordnet ist.

11. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet,** daß das Einblauventil (13,17) und/oder das Abblauventil (12) in Abhängigkeit vom Kondensatstand im Separator (3) regelbar ist.
12. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Regelung mittels eines Niveausensors (10,15) derart erfolgt, daß bei unter einem vorgebbaren unteren Grenzwert sinkenden Kondensatstand das Einblauventil (13,17) geöffnet und bei einem über einen vorgebbaren oberen Grenzwert ansteigenden Kondensatstand das Abblauventil (12) geöffnet wird.
13. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Niveausensor als Schwimmerschalter (15) ausgebildet ist.
14. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Niveausensor ein Peltier-Element (10) umfaßt.
15. Flüssigkeitsringpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet,** daß dieser wenigstens eine Gasringpumpe vorgeschaltet ist.

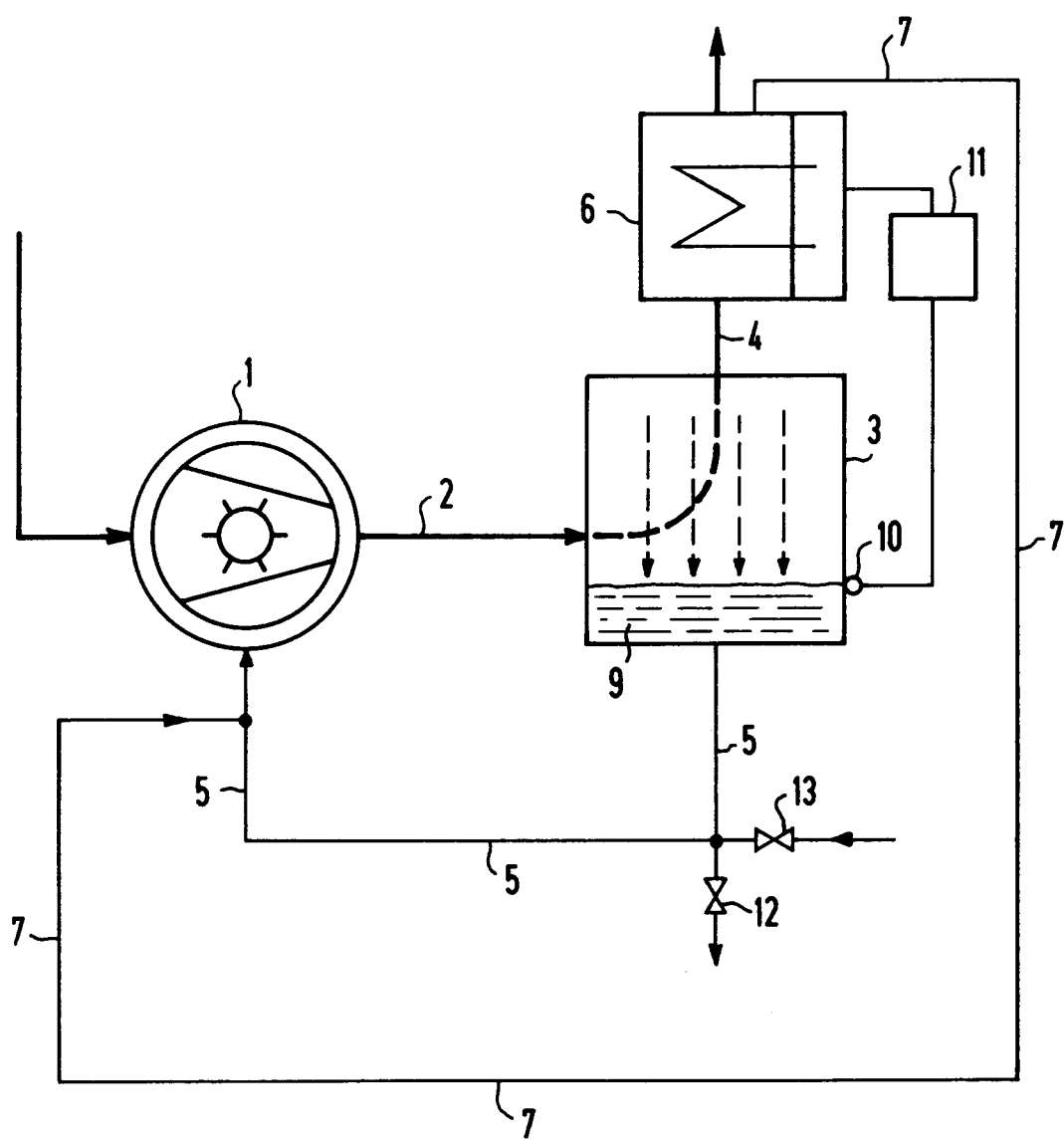


FIG 1

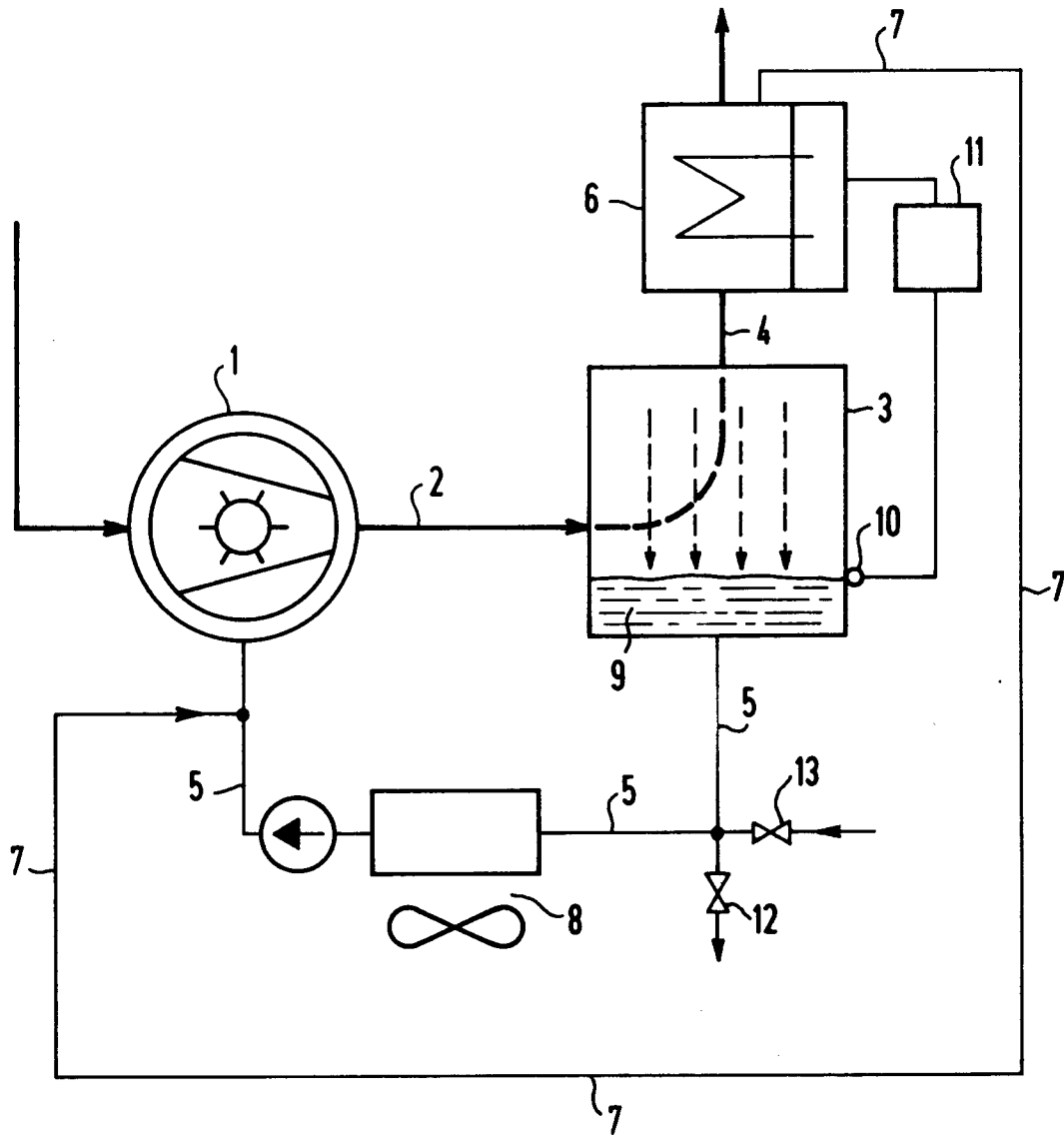


FIG 2

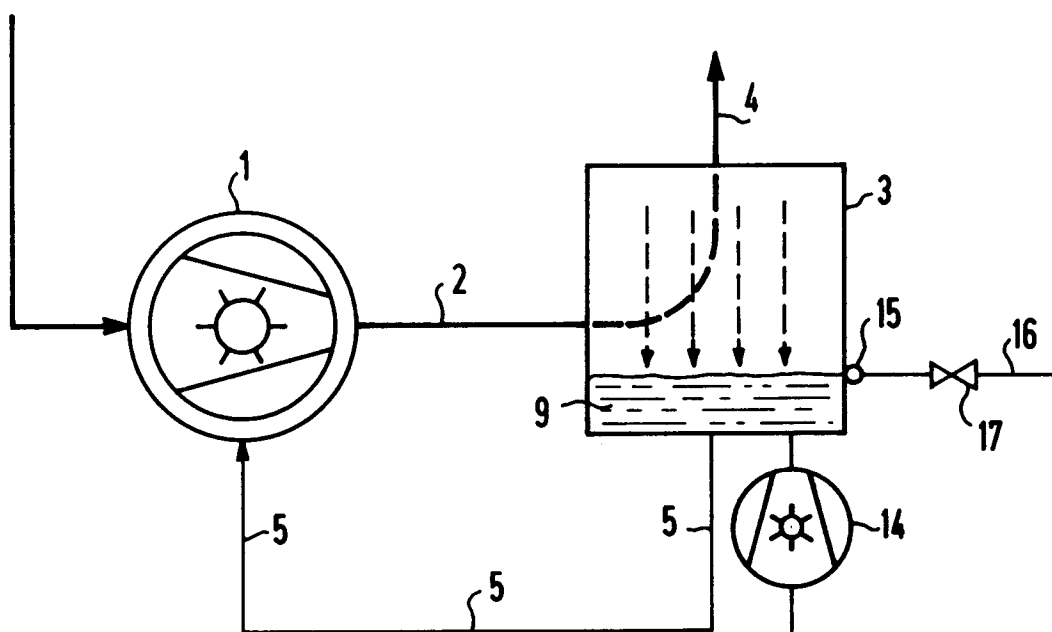


FIG 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 12 2405

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	DE-A-2511334 (SIEMENS AG) * das ganze Dokument * ---	1-3, 8, 9, 11	F04C19/00 F04C29/04
A	FR-A-2553500 (POMPES SIHI) * das ganze Dokument * ---	1, 2, 8, 9, 11	
A	US-A-4260335 (MARCHAL) * Anspruch 1; Figur 1 * ---	1, 2, 8, 9, 11	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 116 (M-684)(2963) 13 April 1988, & JP-A-62 243981 (HITACHI LTD) 24 Oktober 1987, * das ganze Dokument * ---	1	
A	US-A-3785755 (NOVAK) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F04C F01C
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10 JULI 1991	Prüfer DIMITROULAS P.
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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	