



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 964 156 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.12.1999 Patentblatt 1999/50

(51) Int. Cl.⁶: **F04B 49/00**, F25B 41/00

(21) Anmeldenummer: 99111023.0

(22) Anmeldetag: 11.06.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 12.06.1998 DE 19826291

(71) Anmelder:
Linde Aktiengesellschaft
65189 Wiesbaden (DE)

(72) Erfinder:
Haaf, Siegfried, Dipl.-Ing.
50999 Köln (DE)

(74) Vertreter: **Kasseckert, Rainer**
Linde Aktiengesellschaft,
Zentrale Patentabteilung
82049 Höllriegelskreuth (DE)

(54) Verfahren zum Betreiben einer Pumpe zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälteträger

(57) Verfahren zum Betreiben einer Pumpe (P) zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälteträger sowie Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage, bestehend aus wenigstens einem Kältemittelkreislauf oder bestehend aus wenigstens einem Kältemittelkreislauf und wenigstens einem Kälteträgerkreislauf, wobei das Umpumpen des als Kältemittel oder Kälteträger verwendete Mediums mittels wenigstens einer Pumpe (P) erfolgt. Erfindungsgemäß wird das als Kältemittel oder Kälteträger verwendete Medium vor der Zuführung in die Pumpe (P) unterkühlt (E5).

Die Unterkühlung (E5) kann vorteilhaft im indirekten Wärmetausch gegen wenigstens eine Kältemaschine oder im indirekten Wärmetausch gegen wenigstens einen Teilstrom (11') des Kältemittelkreislaufes erfolgen.

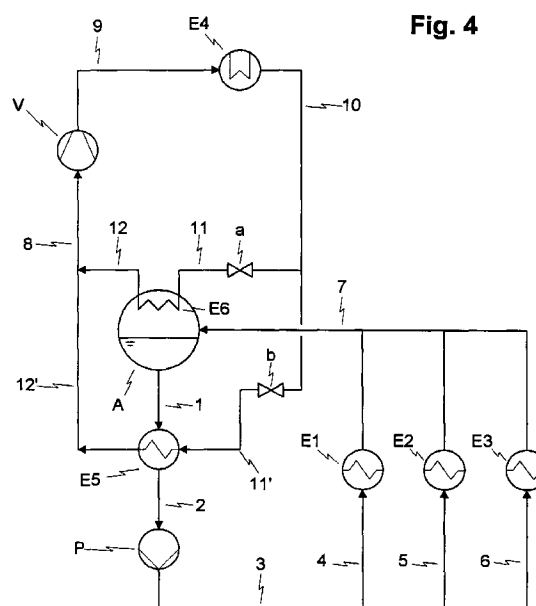


Fig. 4

EP 0 964 156 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Pumpe zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälte-träger.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage, bestehend aus wenigstens einem Kältemittelkreislauf oder bestehend aus wenigstens einem Kälte-trägerkreislauf, wobei das Umpumpen des als Kältemittel oder Kälte-träger verwendete Mediums mittels wenigstens einer Pumpe erfolgt.

[0003] Bei dem Betrieb von Pumpen, wie sie beispielsweise zur Förderung eines als Kältemittel oder Kälte-träger verwendeten Mediums bei Kälteanlagen verwendet werden, ist darauf zu achten, daß auf der Pumpensaugseite und im Inneren der Pumpe möglichst jegliche Dampfblasenbildung vermieden wird. Eine derartige Dampfblasenbildung hätte unter Umständen ein Abreißen der Strömung sowie Kavitationerscheinungen zur Folge, woraus Störungen an der Pumpe oder gar deren Zerstörung resultieren können.

[0004] Um dies zu vermeiden, wird bisher auf der Pumpensaugseite eine statische Flüssigkeitssäule vorgesehen. Dieses Verfahren arbeitet umso betriebssicher, je höher die statische Flüssigkeitssäule ist und je langsamer durch regelungstechnische Vorgänge bedingte Druckabsenkungen in dem System, in dem die Pumpe eingebunden ist, ablaufen. Im Regelfall wird bei dem Betrieb derartiger Pumpen zudem darauf geachtet, daß an der Oberfläche der Flüssigkeitssäule jegliche Strudelbildung sowie nennenswerte Druckabfälle in der Saugleitung vermieden werden. Vorzugsweise wird die Geschwindigkeit des zu pumpenden Mediums so niedrig gewählt, daß eventuell entstehende Blasen noch entgegen der Flüssigkeitsströmung wieder aufsteigen können.

[0005] Kälteanlagen der gattungsgemäßen Art, bei denen das Umpumpen des als Kältemittel oder Kälte-träger verwendeten Mediums mittels wenigstens einer Pumpe erfolgt, werden beispielsweise für die Kühlung von Kühl- und Tiefkühlmöbeln in Supermärkten eingesetzt. Eine derartige Kälteanlage sei anhand des in der Figur 1 dargestellten Beispieles näher erläutert.

[0006] In der Figur 1 ist das Prinzip-Schema einer Kälteanlage dargestellt, die im wesentlichen aus zwei Kältemittelkreisläufen besteht. Diese sind über einen Kältemittelabscheider A miteinander gekoppelt. Aus dem Kältemittelabscheider A wird verdampftes Kältemittel über Leitung 8 abgezogen, in dem Verdichter V komprimiert und anschließend über Leitung 9 dem Verflüssiger E4 zugeführt. Das in dem Verflüssiger E4 verflüssigte Kältemittel wird anschließend über Leitung 10 dem Entspannungsorgan a, bei dem es sich vorzugsweise - wie in den Figuren dargestellt - um ein Entspannungsventil handelt, zugeführt, in diesem entspannt und über Leitung 11 wiederum dem Kältemittelabscheider A zugeführt.

[0007] Über Leitung 1 wird aus dem Kältemittelabscheider A flüssiges Kältemittel entnommen und der Förderpumpe P zugeführt. Das mittels der Pumpe P geförderte Kältemittel wird über Leitung 3, die sich beispielsweise in drei Leitungen 4, 5, und 6 aufteilt, drei Verbrauchern - in den Figuren als Wärmetauscher E1, E2 und E3 dargestellt - zugeführt. In diesen wird das Kältemittel auf Siedetemperatur erwärmt, teilweise verdampft und anschließend über Leitung 7 wiederum dem Kältemittelabscheider A zugeführt.

[0008] In der Figur 1 ist die statische Flüssigkeitssäule, deren Höhe mit klein h bezeichnet ist, lediglich schematisch dargestellt.

[0009] Derartige Kälteanlagen, wie sie in der Figur 1 dargestellt sind, werden z. B. bei der Verwendung von Ammoniak als Kältemittel in Industriekälteanlagen realisiert. Die konstruktiven Möglichkeiten zur Ausbildung einer ausreichenden statischen Flüssigkeitssäule h sind jedoch in der Realität im Regelfall begrenzt - insbesondere bei Gewerbekälteanlagen für Supermärkte. Daher beträgt die durch eine statische Flüssigkeitssäule entstehende hydrostatische Druckerhöhung im allgemeinen weniger als 0.2 bar. Das Vorsehen einer statischen Flüssigkeitssäule ist deshalb nur dann zufriedenstellend, wenn schnelle Druckabsenkungen innerhalb des Systems unterhalb dieses Wertes liegen.

[0010] Die Gefahr bzw. Wahrscheinlichkeit, daß es zu größeren Druckschwankungen kommt, ist jedoch um so größer, je höher der Druck innerhalb des Systems ist. Während bei einem Kältemittel wie beispielsweise Ammoniak ein Druckbereich von 1 bis 3 bar eingehalten wird, macht die Verwendung von Kohlendioxid als Kältemittel oder Kälte-träger insbesondere in einem Druckbereich von 10 bis 15 bar Sinn. Dies hat jedoch zur Folge, daß die realisierbare statische Flüssigkeitssäule eine Reaktion auf die Druckabsenkungen nicht bzw. nicht in ausreichenden Maße zuläßt.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer Pumpe zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälte-träger sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage anzugeben, die die erwähnten Nachteile vermeiden.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Pumpe sowie das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage sind dadurch gekennzeichnet, daß das als Kältemittel oder Kälte-träger verwendete Medium vor der Zuführung in die Pumpe unterkühlt wird.

[0013] Die Unterkühlung des als Kältemittel oder Kälte-träger verwendeten Mediums vor der Zuführung in die Pumpe hat eine Erhöhung des Siedepunkts des Mediums gegenüber dem Siededruck, der der Temperatur der unterkühlten Flüssigkeit entspricht, zur Folge. So kann beispielsweise bei einer Kohlendioxid-Tiefkühlanlage mit einer Verdampfungstemperatur von -35°C und einem Systemdruck von 12.5 bar durch eine Unterkühlung um 1, 2 bzw. 3 K eine Erhöhung des Sättigungsdruckes um 0.4, 0.8 bzw. 1.2 bar erreicht werden.

[0014] Eine Unterkühlung des als Kältemittel oder Kälte­träger verwendeten Mediums vor der Zuführung in die Pumpe um wenige Kelvin hat somit eine Erhöhung des Sättigungsdruckes gegenüber dem Siededruck, der der Temperatur der unterkühlten Flüssigkeit entspricht, zur Folge, die um ein Mehrfaches über dem Wert liegt, der im Praxisbetrieb durch eine statische Flüssig­keitssäule erreicht werden kann. Dies gilt insbesondere dann, wenn vergleichsweise hohe Systemdrücke, wie beispielsweise bei der Verwendung von Kohlendioxid als Kältemittel, erforderlich sind.

[0015] Mittels der Erfindung können nunmehr wesent­lich größere Druckschwankungen vor einer Pumpe bzw. innerhalb einer Kälteanlage als dies bisher durch die realisierten statischen Flüssigkeitssäulen möglich ist kompensiert werden.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrei­ben einer Pumpe zur Förderung siedender Kältemittel oder Kälte­träger, das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage sowie weitere Ausgestal­ tungen dieser Verfahren seien anhand der Figuren 2 bis 4, die drei mögliche Ausführungsformen der erfindungs­ gemäßen Verfahren darstellen, näher erläutert.

[0017] Figur 2 zeigt das Prinzip-Schema einer Kälte­ anlage, das abgesehen von dem Wärmetauscher E5 identisch mit demjenigen der Figur 1 ist. Das aus dem Kältemittelabscheider A über Leitung 1 abgezogen Medium wird im Wärmetauscher E5 gegen das Kälte­ mittel einer in der Figur 2 nicht dargestellten Kältema­ schine unterkühlt und anschließend über Leitung 2 der Pumpe P zugeführt.

[0018] In der Figur 3 ist eine Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt, bei der die Unterkühlung durch einen Kältemittelteilstrom, der dem Wärmetauscher E5 über Leitung 11' zugeführt wird, erfolgt. Der Kältemittelteilstrom wird vor der Zuführung in den Wärmetauscher E5 in einem Entspannungsventil b entspannt, im Wärmetauscher E5 verdampft und über Leitung 12' einem Vorschaltverdichter V' zugeführt und in diesem verdichtet. Anschließend wird der verdichtete Kältemittelteilstrom mit dem aus dem Kältemittelab­ scheider A über Leitung 12 abgezogenen Kältemittel­ teilstrom vereinigt und über Leitung 8 wiederum dem Kreislaufverdichter V zugeführt.

[0019] Das Vorsehen einer separaten Kältemaschine macht insbesondere dann Sinn, wenn - aufgrund der geringen Unterkühlleistung - kein geeigneter Vorschalt­ verdichter V' zur Verfügung steht.

[0020] Figur 4 zeigt das Prinzip-Schema einer Kälte­ anlage, die einen Kältemittelkreislauf und einen Kälte­ trägerkreislauf aufweist. Die beiden Kreisläufe sind über den Kältemittelabscheider A sowie den Wärmetauscher E6 miteinander gekoppelt.

[0021] Das aus dem Kältemittelabscheider A über Lei­ tung 1 abgezogen Kälte­trägermedium wird im Wärme­ tauscher E5 gegen einen Kältemittelteilstrom des Kältemittelkreislaufes - auf den im folgenden noch näher eingegangen werden wird - unterkühlt und

anschließend über Leitung 2 der Pumpe P zugeführt.

[0022] Innerhalb des Kältemittelkreislaufes wird das Kältemittel in dem Verdichter V komprimiert und anschließend über Leitung 9 dem Verflüssiger E4 zuge­ führt. Aus dem Verflüssiger E4 wird das verflüssigte Kältemittel über Leitung 10 abgezogen und in zwei Teil­ ströme 11 und 11' aufgeteilt. Beide Teilströme 11 und 11' werden in einem Entspannungsorgan a bzw. b einer Entspannung unterworfen und anschließend im indirek­ ten Wärmetausch gegen das zu kondensierende Kälte­ trägermedium in dem Kältemittelabscheider A und das zu unterkühlende Kälte­trägermedium in dem Wärme­ tauscher E5 verdampft. Aus dem Kältemittelabscheider A und dem Wärmetauscher E5 werden die Kältemittel­ teilströme über die Leitungen 12 und 12' abgezogen und wieder vereinigt.

[0023] Bei geringen Temperaturdifferenzen zwischen der Verflüssigungstemperatur des als Kälte­träger ver­ wendeten Mediums und der Siedetemperatur des als Kältemittel verwendeten Mediums kann es erforderlich sein, daß alternativ zusätzlich ein Vorverdichter oder eine der Unterkühlung dienende separate Kältema­ schine vorgesehen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Pumpe (P) zur För­ derung siedender Kältemittel oder Kälte­träger, **dadurch gekennzeichnet**, daß das als Kältemittel oder Kälte­träger verwendete Medium vor der Zuführung in die Pumpe (P) unterkühlt wird (E5).
2. Verfahren zum Betreiben einer Pumpe zur Förde­ rung siedender Kältemittel oder Kälte­träger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterkühlung (E5) im indirekten Wärmetausch gegen wenigstens eine Kältemaschine erfolgt.
3. Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage, beste­ hend aus wenigstens einem Kältemittelkreislauf oder bestehend aus wenigstens einem Kältemittel­ kreislauf und wenigstens einem Kälte­trägerkreis­ lauf, wobei das Umpumpen des als Kältemittel oder Kälte­träger verwendete Mediums mittels wenig­ stens einer Pumpe (P) erfolgt, **dadurch gekenn­ zeichnet**, daß das als Kältemittel oder Kälte­träger verwendete Medium vor der Zuführung in die Pumpe (P) unterkühlt wird (E5).
4. Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterkühlung (E5) im indirekten Wärmetausch gegen wenigstens eine Kältemaschine erfolgt.
5. Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterkühlung (E5) im indirekten Wärmetausch gegen wenigstens einen Teilstrom (11') des Kälte­

mittelkreislaufes erfolgt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

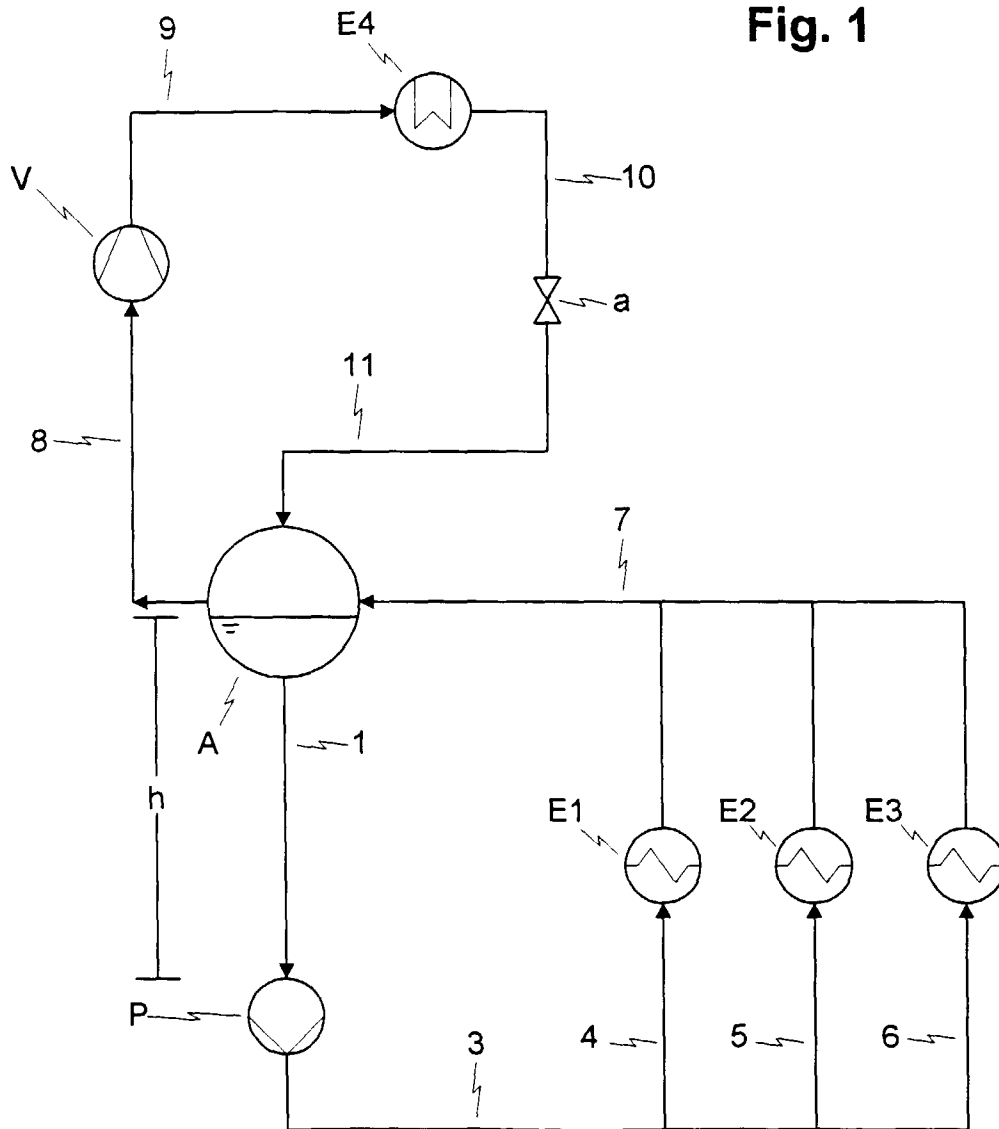


Fig. 2

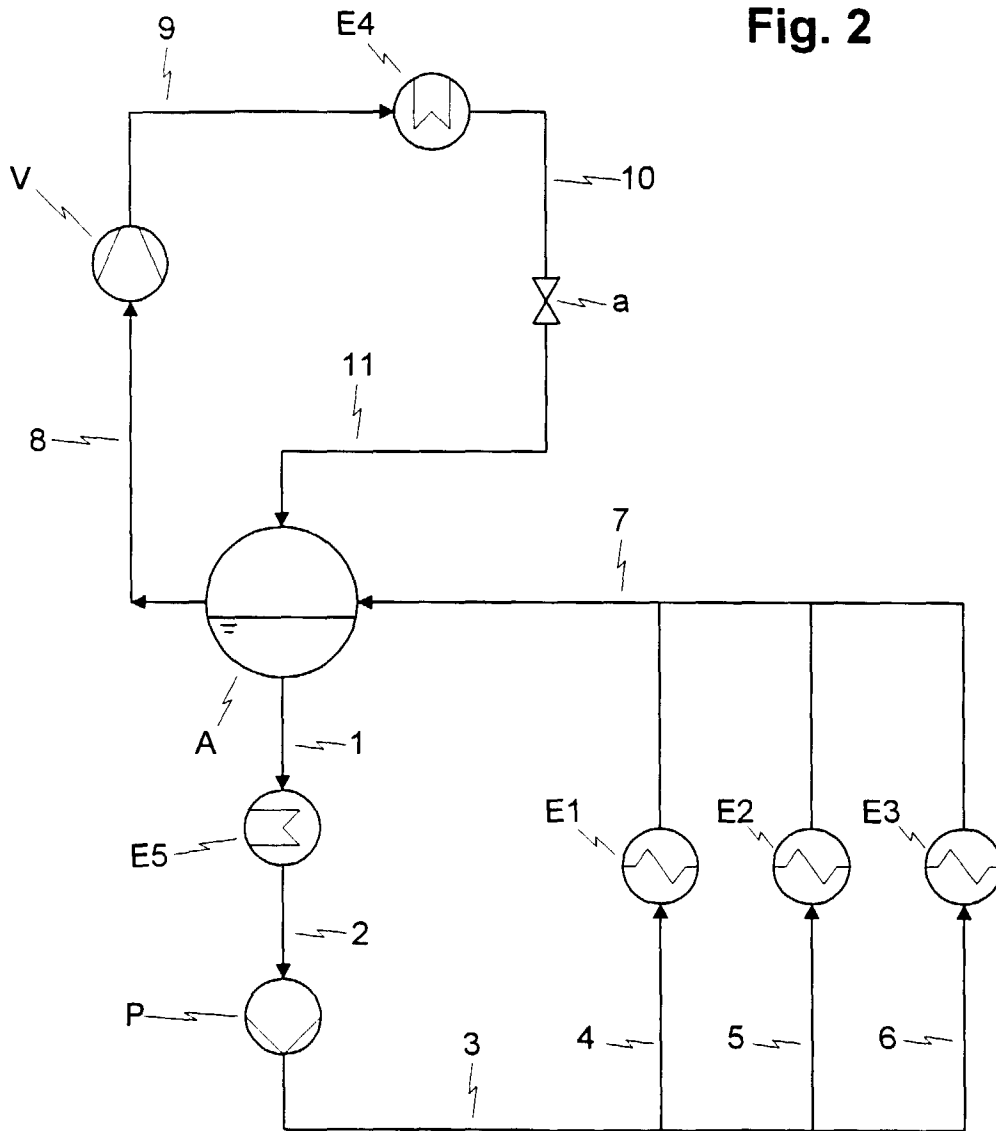


Fig. 3

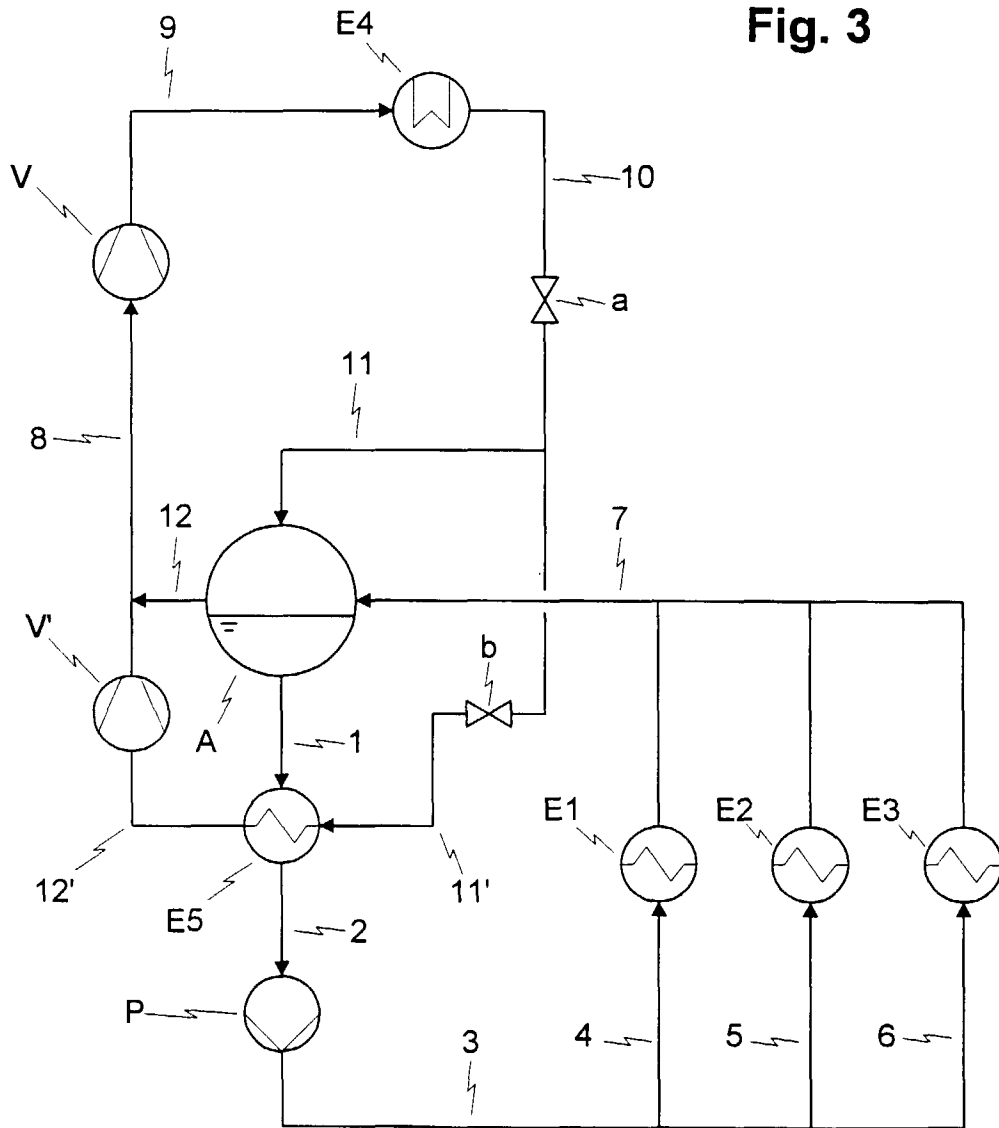


Fig. 4

