



0 029 141
A2

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑤ Int. Cl.³: **F 25 B 49/00**, F 25 B 29/00,
F 25 B 27/00

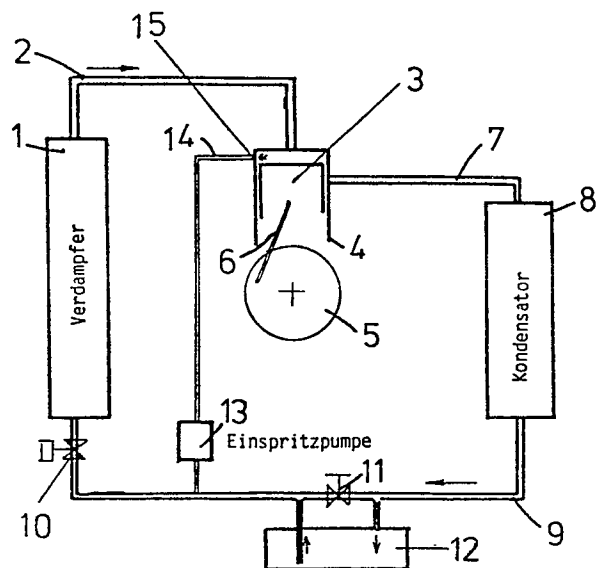
②② Anmeldetag: 30.10.80

71 Anmelder: **Schimonek Helmut, Kleine Bahnstrasse 1,
D-2000 Hamburg 54 (DE)**
Anmelder: **Diehn, Manfred, Kleine Bahnstrasse 1,
D-2000 Hamburg 54 (DE)**

**(72) Erfinder: Steen, Reinhard, Am Lustberg 18,
D-2000 Hamburg 63 (DE)
Erfinder: Schimonek, Helmut, Kleine Bahnstrasse 1,
D-2000 Hamburg 54 (DE)**

⑦4 Vertreter: Glawe, Richard, Dr. Dipl.-Ing. et al, Glawe, Deifs, Moll & Partner Rothenbaumchaussee 58, D-2000 Hamburg 13 (DE)

57) Bei einer Wärmepumpe mit Kolbenkompressor (3, 4), Kondensator (8) und Verdampfer (1) ist zusätzlich eine Einspritzpumpe (13) vorgesehen, mit der flüssiges Arbeitsmedium über eine Leitung (14, 14a, 14b) in das Arbeitsvolumen des Kolbenkompressors eingespritzt werden kann. Dadurch wird der Wirkungsgrad der Wärmepumpe erhöht. Bei zusätzlicher Heizung des Kompressors kann die nötige mechanische Antriebsenergie weiter verringert werden.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Wärmepumpe mit einem Verdampfer zum Verdampfen des flüssigen Arbeitsmediums unter Wärmeaufnahme, einem Kolbenkompressor zum Verdichten des verdampften Arbeitsmediums, einem Kondensator zum erneuten Verflüssigen des Arbeitsmediums unter Wärmeabgabe und einer Rückführleitung mit Drosselventil zum Zurückleiten des verflüssigten Arbeitsmediums vom Kondensator zum Verdampfer.

Wärmepumpen dieser Art sind allgemein bekannt und werden entweder dafür verwendet, um ein Medium zu kühlen wie z.B. in einem Kühlschranks oder bei einer Klimaanlage, oder um ein Medium unter Abkühlung eines anderen Mediums zu erwärmen, wie dies zum Beheizen von Häusern und anderen Heizzwecken immer mehr getan wird.

Wärmepumpen benötigen Energie, sind verhältnismäßig teuer und haben wegen der großen Anzahl von beweglichen Teilen nur eine begrenzte Lebensdauer. Konstruktion, Betrieb und Lebensdauer der Wärmepumpen bringen daher beträchtliche Kosten mit sich.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Beschaffung einer Wärmepumpe, die wesentlich kostengünstiger als die bisherigen Wärmepumpen ist.

Die erfindungsgemäße Lösung besteht bei einer Wärmepumpe der eingangs genannten Art darin, daß eine Leitung mit Pumpe zum Einspritzen von flüssigem Arbeitsmedium in das Arbeitsvolumen des Kolbenkompressors vorgesehen ist.

Durch diese Maßnahme wird zunächst einmal der Energiebedarf geringer. Wird nämlich flüssiges Arbeitsmedium in das Arbeitsvolumen des Kolbenkompressors eingespritzt, so dehnt sich das flüssige Arbeitsmedium infolge seiner Verdampfung aus. Auf diese Weise wird der Kolben druckbeaufschlagt. Durch diese zusätzliche freiwerdende Energie kann Antriebsenergie für den Kompressor gespart werden. In gewissen Fällen wird der Druck des expandierenden Arbeitsmediums sogar so groß sein, daß - mit Ausnahme des Antriebs für die Einspritzpumpe - auf die mechanische Antriebsleistung für den Kompressor ganz verzichtet werden kann, indem für den Kolben des Kompressors notwendige Antriebsenergie lediglich aus der Arbeit besteht, die das Gas beim Verdampfen und anschließenden Expandieren im Zylinder auf den Kolben ausübt. Selbstverständlich würde dabei nicht nur eine Energieersparnis auftreten, sondern auch ein einfache-

rer Aufbau resultieren, da auf ein mechanisches Antriebsaggregat für den Kolben verzichtet werden kann.

Das flüssige Arbeitsmedium kann über weite Bereiche des Kolbenhubs während des Arbeitstaktes eingespritzt werden. Vorteilhafterweise wird das flüssige Arbeitsmedium jedoch nach Annäherung des Kolbens an die Stelle größter Kompression eingespritzt. Besonders vorteilhaft ist dabei das Einspritzen kurz vor dem oberen Totpunkt des Kolbens.

Zylinder, Verdampfer und Kompressor werden, wie bei Wärmepumpen normalerweise üblich, als getrennte Baueinheiten ausgebildet sein, die durch Leitungen miteinander verbunden sind. Eine besonders kompakte und platzsparende Bauweise erhält man jedoch, wenn der Kondensator einstückig mit dem Zylinder, denselben umschließend, und der Zylinder als Verdampfer ausgebildet sind. Es findet dann nicht nur ein Wärmeaustausch zwischen Verdampfer und Wärmequelle sowie zwischen Kondensator und zu erwärmendem Gegenstand bzw. Medium statt, sondern auch ein Wärmeaustausch zwischen Zylinder und damit zusammenfallendem Verdampfer sowie zwischen Zylinder und Kondensator. Auf diese Weise kann auch die bei der Kompression im Zylinder erzeugte Wärme besser ausgenutzt werden.

Da das Arbeitsmedium im Zylinder verdampft, wird dem Zylinder und dem Kolben Wärme entzogen. Um diese Wärmeverluste auszugleichen, kann vorgesehen sein, daß der Kompressor mit einer Heizeinrichtung versehen ist. Die Heizeinrichtung wirkt dann als Energiequelle für den Antrieb; die Wärmeenergie wird dabei teilweise in mechanische Arbeit umgesetzt. Bei entsprechender Dimensionierung der Wärmepumpe und insbesondere der Heizeinrichtung ist es sogar möglich, die Wärmepumpe

als Motor zu betreiben, wenn genügend Heizleistung an den Kompressor gelegt wird.

Ein besonders einfacher Aufbau wird erhalten, wenn der Zylinder des Kompressors beidseitig geschlossen und der Kolben darin zwischen zwei Kompressionsstellungen an beiden Enden des Zylinders hin- und herbewegbar ist. Der Kolben kann also an beiden Enden des Zylinders Gas komprimieren. Nach dem Komprimieren wird dann an der Seite, an der sich der Kolben befindet, das flüssige Arbeitsmedium eingespritzt. Anschließend bewegt sich dann der Kolben zur anderen Seite des Zylinders, wo sich derselbe Vorgang wiederholt.

Ein ganz besonders einfacher Aufbau wird erhalten, wenn der Zylinder mit Ausnahme von Gas- und Flüssigkeitszu- und abführöffnungen allseits geschlossen und der Kolben darin freibeweglich angeordnet ist. In diesem Falle ist ein externer mechanischer Antrieb über Kurbelwelle und Pleuelstange o.ä. nicht vorgesehen. Der Kolben wird im Zylinder zwischen seinen Arbeitsstellungen vielmehr nur durch das verdampfende und expandierende Arbeitsmedium hin- und herbewegt. Die Energie, die für diesen Antrieb benötigt wird, wird der Heizung entnommen. Auf diese Weise könnte z.B. wirtschaftlich Abwärme von Kraftwerken oder anderen industriellen Einrichtungen ausgenutzt werden. Der Kompressor besteht im wesentlichen nur aus einem Zylinder und einem darin befindlichen Kolben. Irgendwelche äußeren mechanischen Führungen für den Kolben sind nicht vorgesehen. Es wird daher ein besonders einfacher Aufbau des Kompressors sowie eine lange Lebensdauer erreicht.

Bei dieser Ausführungsform besteht das Problem, die Wärmepumpe zu starten, da der Kolben von außen nicht im Zylinder bewegt werden kann. Der Start der Anlage kann z.B. durch entsprechende Steuerung von Ventilen vorgenommen werden, die für die Zu- und Abführung des Arbeitsmediums vorgesehen sind. Sind diese Ventile jedoch nicht von außen steuerbar (wie z.B. im Falle von Schlitzventilen, deren Öffnungen durch den Kolben selbst abgedeckt bzw. freigelegt werden), kann vorgesehen sein, daß der Kolben aus einem magnetischen Material besteht und zu seinem Antrieb mindestens ein Magnet vorgesehen ist. Mit diesem Magnet kann dann der Kolben in eine solche Lage gebracht werden, daß der Kompressor zu arbeiten beginnt.

Der Magnet kann jedoch auch dazu dienen, den Kolben anzutreiben. Kompressoren dieser Art sind bekannt. Die durch das Verdampfen des eingespritzten Arbeitsmediums ausgeübte Arbeit wirkt in diesem Falle als Hilfsenergie, so daß der gesamte Energiebedarf eines solchen magnetisch angetriebenen Kompressors niedriger ist.

Durch die Erfindung wird also nicht nur ein höherer Wirkungsgrad einer Wärmepumpe erreicht, es ist vielmehr auch möglich, die Konstruktion wesentlich zu vereinfachen, wenn dieselbe so gewählt wird, daß auf einen mechanischen Antrieb des Kolbens des Kompressors ganz verzichtet werden kann. Besteht der Kompressor nur aus einem Zylinder und einem darin frei beweglichen Kolben, so erhält man eine besonders einfache Bauweise, eine höhere Lebenserwartung für die Wärmepumpe sowie die vorteilhafte Wirkung, daß dieselbe direkt mit Abwärme angetrieben werden kann.

Auf einen gesonderten mechanischen Antrieb für die Einspritzpumpe kann verzichtet werden, wenn dieselbe am Zylinderkopf angeordnet und durch den Kolben antreibbar ausgebildet ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von vorteilhaften Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung den prinzipiellen Aufbau einer erfindungsgemäßen Ausführungsform der Wärmepumpe;

Fig. 2 in schematischer Darstellung den prinzipiellen Aufbau einer anderen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wärmepumpe; und

Fig. 3 in schematischer Darstellung den prinzipiellen Aufbau einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wärmepumpe.

Die Wärmepumpe der Fig.1 weist einen Verdampfer 1 auf, in dem das Arbeitsmedium unter Wärmeaufnahme verdampft. Das Arbeitsmedium wird dann in den Kompressor geleitet, wo es in einem Zylinder 4 durch einen Kolben 3 komprimiert wird. Der Kolben 3 wird durch eine Kurbelwelle 5 und eine Pleuelstange 6 angetrieben. Die Kurbelwelle 5 wiederum wird durch einen in der Fig. nicht dargestellten Motor angetrieben. Nach Kompression gelangt das Arbeitsmedium über die Leitung 7 in den Kondensator 8, wo es unter Wärmeabgabe kondensiert. Das flüssige Arbeitsmedium wird dann über eine Leitung 9 und ein Drosselventil 10 in den Verdampfer zurückgeleitet, wo der Kreislauf erneut beginnt. In der Fig.1 ist noch ein Sammelbehälter 12 für flüssiges Arbeitsmedium sowie ein Ventil 11 gezeigt, mit dem das flüssige Arbeitsmedium entweder direkt durch die Leitung 9 oder über den Sammelbehälter 12 auf dem Wege vom Kondensator 8 zum Verdampfer 1 geleitet werden kann. Insoweit hat die Wärmepumpe den konventionellen, bekannten Aufbau.

Erfindungsgemäß ist nun jedoch eine Einspritzpumpe 13 vorgesehen, mit der das flüssige Arbeitsmedium aus der Leitung 9 (oder wahlweise aus dem Kondensator 8) über eine Leitung 14 bei 15 in den Zylinder 4 eingespritzt wird. In dem Moment, wo das flüssige Arbeitsmedium in den Kompressor, d.h. den Zylinder 4 eingespritzt wird, verdampft es, dehnt sich aus und drückt den Kolben 3 nach unten. Dadurch wird Arbeit geleistet, die als Schwungenergie der Kurbelwelle 5 den nächsten Kompressionsvorgang unterstützt, so daß äußere Antriebsenergie gespart wird. In gewissen Fällen ist es sogar möglich, daß auf den äußeren Antrieb des Kolbens ganz verzichtet werden kann. Wenn der Kompressor genügend warm ist (der Zylinder 4 könnte z.B. von außen beheizt werden), so ist es sogar möglich, daß der Kompressor als Motor arbeitet, indem er Arbeit an der Kurbelwelle 5 leistet.

Es sollte noch bemerkt werden, daß die Gasströme, die durch den Kompressor hindurchgehen, durch Ventile gesteuert werden müssen, die jedoch, wie auch in Fig. 2, nicht eingezeichnet sind. Diese Ventile könnten bei der Ausführungsform der Fig. 1 z.B. extern gesteuert sein, z.B. durch eine Nockenwelle. Es könnten jedoch auch zumindest einige der Ventile durch Schlitzventile ersetzt werden, die mit dem Kolben 3 zusammenwirken, der die Öffnungen der Schlitzventile freilegt und abdeckt.

Die Ausführungsform der Fig. 2 unterscheidet sich von der Ausführungsform der Fig. 1 dadurch, daß kein mechanischer Antrieb 5, 6 für den Kolben vorgesehen ist. Der Zylinder 4 ist bei dieser Ausführungsform auf bei-

den Seiten geschlossen; der Kolben 3 kann sich in dem Zylinder 4 hin- und herbewegen. Dabei ist der Kolben 3 nicht von außen, sondern lediglich durch die Zylinderwandung geführt. Befindet sich, wie in Fig. 2 gezeigt, der Kolben 3 in seiner oberen Stellung, so wird durch die Leitung 14b bei 15b von der Einspritzpumpe 13 flüssiges Arbeitsmedium eingespritzt. Dieses Arbeitsmedium verdampft, da der Zylinder 4 durch eine Heizung 16 beheizt ist. Durch den erhöhten Druck wird dann der Kolben 3 nach unten in die mit gestrichelten Linien gezeigte Stellung gedrückt. In dieser Stellung wird dann durch die Leitung 14a bei 15a flüssiges Arbeitsmedium durch die Einspritzpumpe 13 eingespritzt, so daß sich der Kolben wegen des erhöhten Drucks wieder nach oben bewegt, wo dann ein neuer Arbeitszyklus beginnt. Durch entsprechende Betätigung von nicht dargestellten Ventilen in den Leitungen 2 und 7 wird gleichzeitig das gasförmige Arbeitsmedium aus dem Verdampfer 1 verdichtet und in den Kondensator 8 gedrückt.

Im Zusammenhang mit Fig. 2 war von "oberer" und "unterer" Arbeitstellung des Kolbens die Rede. Selbstverständlich kann der Zylinder auch liegend angeordnet sein, was den Vorteil hätte, daß beide Arbeitsstellungen des Kolbens gleichwertig sind.

In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wärmepumpe gezeigt. Bei dieser Wärmepumpe ist der Kolben 3 aus einem magnetischen Material und wird durch zwei an den Stirnflächen des Zylinders 4 angeordnete Elektromagnete 19, 20 nach oben oder unten in Richtung des Doppelpfeiles 21 angetrieben. Der Kondensator 8 ist bei dieser Ausführungsform einstückig

mit dem Zylinder 4 ausgebildet und hat die Form einer Wärmeaustauscherschlange 8, die in einem den Zylinder in seinem oberen Bereich umgebenden Hohlraum 16 angeordnet ist. Durch den Hohlraum 16 wird dabei durch Zuleitungen und Ableitungen 16a das zu erwärmende Medium, z.B. für eine Heizung geleitet. Der Zylinder 4 ist in seinem unteren Bereich von einem Hohlraum 17 umgeben und mit diesem einstückig ausgebildet. Durch diesen Hohlraum 17 wird durch Zuleitungen und Ableitungen 17a das Fluid der Wärmequelle hindurchgeleitet. Ein separater Verdampfer ist nicht vorgesehen. Vom Kondensator 8 führt eine Leitung 9 über ein Drosselventil 10 in den Zylinder 4, der bei dieser Ausführungsform gleichzeitig als Verdampfer 1 wirkt. Gleichzeitig wird ein Teil des im Kondensator 8 verflüssigten Arbeitsmediums durch die Einspritzpumpe 13 über die Leitung 14 unten in den Zylinder 4 eingespritzt, so daß die nach oben gerichtete Bewegung des Kolbens 3 unterstützt wird. Durch diese nach oben gerichtete Bewegung des Kolbens 3 wird das gasförmige Arbeitsmedium im oberen Bereich des Zylinders 4 verdichtet und über die Leitung 7 in den Kondensator 8 gedrückt. Bewegt sich der Kolben anschließend wieder nach unten, so strömt gasförmiges Arbeitsmedium, das durch das Drosselventil 10 und die Einspritzpumpe 13 eingespritzt wurde und zwischenzeitlich verdampft ist, aus dem Verdampfer 1 über die Ausgleichsleitung 2 in den oberen Bereich des Zylinders. Die Ausgleichsleitung 2 in den Kompressionsraum im oberen Bereich des Zylinders und die Auslaßleitung 7 sind dabei mit Ventilen 18 versehen, die auf geeignete Weise gesteuert werden.

Bei der Ausführungsform der Fig.3 ragt die Kolbenstange des Kolbens der Einspritzpumpe 13 so in den Zylinder 4, daß bei Abwärtsbewegung des Kolbens 3 diese Kolbenstange und damit der Kolben der Einspritzpumpe 13 heruntergedrückt und damit flüssiges Arbeitsmedium in den unteren Bereich des Zylinders 4 gedrückt wird. Da die Einspritzpumpe bei dieser Ausführungsform durch den Kolben 3 der Kompressor angetrieben wird, kann auf einen separaten Antrieb derselben verzichtet werden, wodurch sich der Aufbau weiter vereinfacht.

Der Vorteil des kompakten Aufbaus dieser Ausführungsform, da Kondensator, Verdampfer und Zylinder einstückig miteinander verbunden sind, kann in ähnlicher Weise auch bei anderen Ausführungsformen der Wärmepumpe erreicht werden, wie etwa der Wärmepumpe gemäß Fig.1. Auch kann natürlich der Antrieb bei der Ausführungsform der Fig.3 durch einen einzigen Magneten erfolgen, wenn der Kolben permanent magnetisch ist und zum Antrieb lediglich die Polarität des Elektromagneten zyklisch verändert wird. Auch können die Vorteile der Einspritzung des flüssigen Arbeitsmediums bei einem magnetisch angetriebenen Kompressor genutzt werden, der sowohl oben als auch unten bzw. in seinen entgegengesetzten Endbereichen Kompressionsräume aufweist, wie dies bei der Ausführungsform der Fig.2 der Fall ist.

Patentansprüche

1. Wärmepumpe mit einem Verdampfer (1) zum Verdampfen des flüssigen Arbeitsmediums unter Wärmeaufnahme, einem Kolbenkompressor (3, 4) zum Verdichten des verdampften Arbeitsmediums, einen Kondensator (8) zum erneuten Verflüssigen des Arbeitsmediums unter Wärmeabgabe und einer Rückführleitung (9) mit Drosselventil (10) zum Zurückleiten des verflüssigten Arbeitsmediums vom Kondensator (8) zum Verdampfer (1), dadurch gekennzeichnet, daß eine Leitung (14, 14a, 14b) mit Pumpe (13) zum Einspritzen von flüssigem Arbeitsmedium in das Arbeitsvolumen des Kolbenkompressors (3, 4) vorgesehen ist.
2. Wärmepumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (13) zum Einspritzen von Arbeitsmedium nach Annäherung des Kolbens (3) an die Stelle größter Kompression ausgebildet ist.
3. Wärmepumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kondensator (8) einstückig mit dem Zylinder (4), denselben umschließend, und der Zylinder (4) als Verdampfer (1) ausgebildet ist.
4. Wärmepumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompressor (3, 4) mit einer Heizeinrichtung (16) versehen ist.

5. Wärmepumpe nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinder (4) des Kompressors (3, 4) beidseitig geschlossen und der Kolben (3) darin zwischen zwei Kompressionsstellungen an beiden Enden des Zylinders (4) hin- und herbewegbar ist. \
6. Wärmepumpe nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinder (4) mit Ausnahme von Gas- und Flüssigkeitszu- und -abführöffnungen allseitig geschlossen und der Kolben (3) darin freibeweglich angeordnet ist.
7. Wärmepumpe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (3) aus einem magnetischen Material besteht und zu seinem Antrieb mindestens ein Magnet (19, 20) vorgesehen ist.
8. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzpumpe (13) am Zylinderkopf angeordnet und durch den Kolben (3) antreibbar ausgebildet ist.

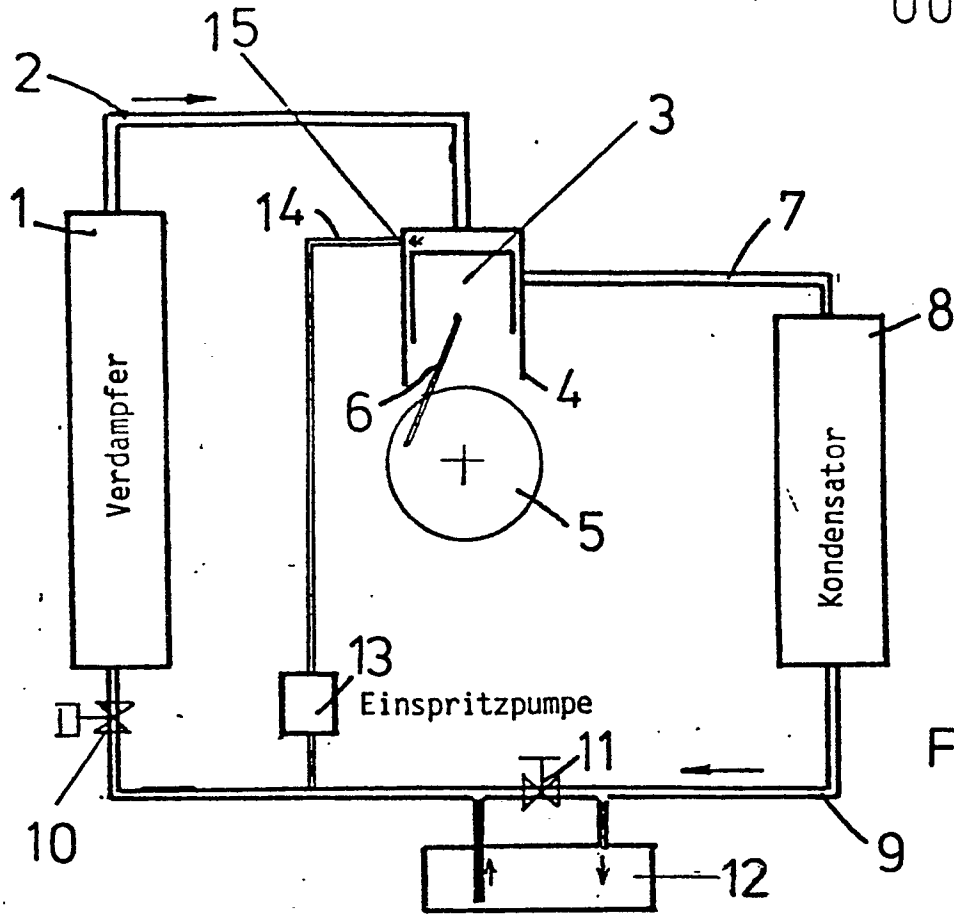


Fig. 1

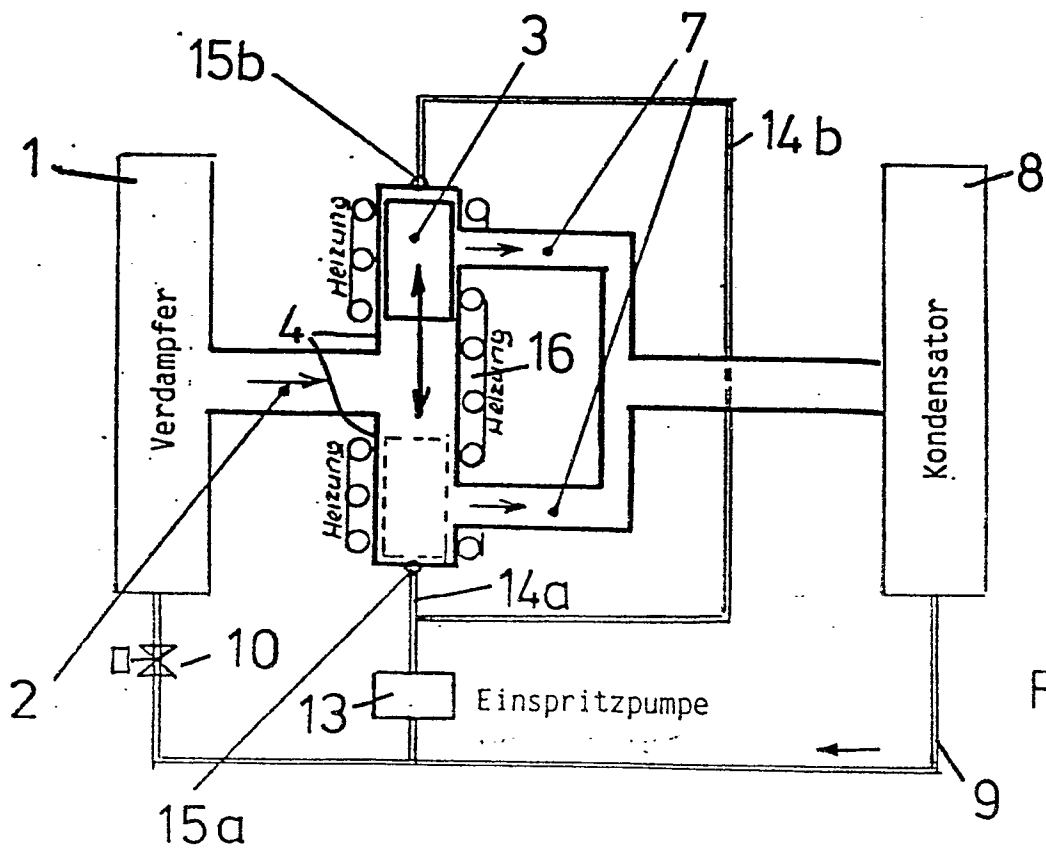


Fig. 2

