

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84107488.3

51 Int. Cl.⁴: F 25 B 39/02

22 Anmeldetag: 28.06.84

30 Priorität: 28.07.83 DE 3327179

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.02.85 Patentblatt 85/7

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

71 Anmelder: Süddeutsche Kühlerfabrik Julius Fr. Behr
GmbH & Co. KG.
Mausersstrasse 3
D-7000 Stuttgart 30(DE)

72 Erfinder: Kampf, Hans, Dipl.-Ing.
Bernsteinerstrasse 45
D-7000 Stuttgart 75(DE)

73 Erfinder: Ingelmann, Hans-Joachim, Ing.-grad.
Unterböbingerstrasse 3
D-7071 Iggingen-Schönhardt(DE)

74 Vertreter: Wilhelm, Hans-Herbert, Dr.-Ing. et al,
Patentanwälte Dr.-Ing. Hans-Herbert Wilhelm Dipl.-Ing.
Hanjörg Dauster Gymnasiumstrasse 31B
D-7000 Stuttgart 1(DE)

54 Verdampfer.

57 Ein Verdampfer besteht aus einem Verdampferblock, dem über ein Expansionsventil und einen Strömungsverteiler Kältemittel zu – geführt wird. Die Verbindungsleitung zwischen dem Expansions – ventil und dem Strömungsverteiler ist mindestens teilweise gebogen oder gewunden. Dies führt zu einer exzentrischen Ringströmung und damit zu einer ungleichmäßigen Aufteilung von Dampf und Flüssigkeit auf die einzelnen Verdampferrohrstränge. Deshalb ist unmittelbar vor dem Strömungsverteiler ein Verwirbelungselement mit sich in Richtung des Kältemittelflusses aufweitendem Strömungsquerschnitt vorgesehen, das zu einer heftigen Verwirbelung von Kältemitteldampf und Kältemittelflüssigkeit und daher zu einem homogenen Gemisch führt. Bevorzugte Ausführungsformen dieses Verwirbelungselementes bestehen aus einer Wirbelzelle, einem Bauteil, welches den Strömungsquerschnitt verjüngt und wieder erweitert und aus einer Blende. Die beiden letztgenannten Ausführungsformen können auch in Rohre gleichbleibenden Querschnitts eingebaut werden.

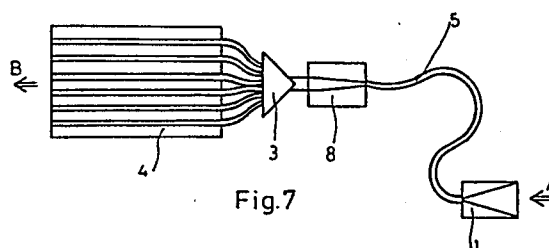


Fig.7

Verdampfer =====

Die Erfindung betrifft einen Verdampfer, insbesondere für Klimaanlagen von Kraftfahrzeugen, mit einem Verdampferblock mit mehreren Verdampferrohren und einer Zuführvorrichtung für das Kältemittel, welche aus einem Expansionsventil und einem den Kältemittelstrom aufteilenden Strömungsverteiler besteht, wobei die Verbindungsleitung zwischen dem Expansionsventil und dem Strömungsverteiler mindestens teilweise gebogen oder gewunden ist.

Derartige Verdampfer sind im Prinzip bekannt. Sie umfassen ein thermostatisch gesteuertes Expansionsventil, dem das Kältemittel zugeführt wird. Hinter dem Expansionsventil ist ein Strömungsverteiler angeordnet, der den Kältemittelstrom gleichmäßig auf verschiedene Verdampferrohrstränge aufteilt. Die eigentliche Verdampfung findet dann in dem Verdampferblock statt.

Die Wärmeaustauschfläche eines derartigen Verdampferblocks wird allerdings nur dann optimal ausgenutzt, wenn das Kältemittel am Ende aller parallelen Verdampferstränge vollständig verdampft und um einen in allen Strängen gleich großen Betrag überhitzt ist. Diese Überhitzung wird als Regelgröße für die Füllungsregelung durch ein oder mehrere thermostatische Expansionsventile verwendet.

Der Strömungsverteiler ist andererseits so ausgebildet, daß er den Kältemittelstrom gleichmäßig auf die verschiedenen Verdampferrohrstränge aufteilt. Bei einer gebräuchlichen Ausführungsform wird ein Venturi-Verteiler verwendet, der den Kältemittelstrom Kreissegmenten entsprechend aufteilt (US-PS 28 03 116). Um eine gleichmäßige Beaufschlagung der verschiedenen Verdampferrohrstränge mit Kältemittel zu gewährleisten, ist es daher erforderlich, daß vor dem Strömungsverteiler eine homogene Naßdampfströmung herrscht. Bei unsymmetrischer Strömung werden die Verdampferrohrstränge verschieden stark mit Kältemittel beaufschlagt, was den Wirkungsgrad des Verdampfers verschlechtert und unter Umständen auch zu einer nicht befriedigenden Füllungsregelung durch die thermostatischen Expansionsventile führt.

Zur Erzielung einer gleichmäßigen Kältemittelströmung vor dem Strömungsverteiler ist es daher erforderlich, vor diesem längere Beruhigungsstrecken vorzusehen. Als besonders günstig haben sich senkrecht steigend oder fallend ausgeführte Beruhigungsstrecken herausgestellt.

Bei beengten Einbauverhältnissen, beispielsweise in Kraftfahrzeugen, ist es jedoch nicht möglich, derartige Beruhigungsstrecken zu verwirklichen. Auch ist es in diesem Fall aufgrund von Abdichtproblemen an den Verdampfergehäusen nicht möglich, den Strömungsverteiler unmittelbar hinter dem Expansionsventil einzubauen, wodurch sich eine wenigstens einigermaßen befriedigende Aufteilung des Kältemittelstroms erzielen ließe. Vielmehr ist es häufig erforderlich, gebogene oder räumlich gewundene Verbindungsleitungen zwischen dem Expansionsventil und dem Strömungsverteiler zu verwenden. Unter diesen Bedingungen kommt es wegen der unterschiedlichen Trägheit von Kältemitteldampf und Kältemittelflüssigkeit zur Trennung der beiden Phasen und zur Ausbildung von Drallströmungen. Da diese unsymmetrischen Drallströmungen nun durch den Strömungsverteiler in Kreissegmente aufgeteilt werden, wird ein Teil der Verdampferrohrstränge mit Kältemittelflüssigkeit überflutet, während andere Stränge überwiegend mit Gas gefüllt sind und am Wärmeaustausch nur wenig

teilnehmen. Der Wirkungsgrad des Verdampfers verschlechtert sich damit entscheidend. Außerdem wird die Verdampferleistung, wie bereits ausgeführt, durch die Regeleigenschaften thermostatischer Expansionsventile vermindert.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Verdampfer der eingangs genannten Art so auszubilden, daß die Verbindungsleitung zwischen Expansionsventil und Strömungsverteiler mindestens teilweise gebogen oder gewunden sein kann und daß dennoch vor dem Strömungsverteiler eine homogene Naßdampfströmung vorliegt.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß bei einem Verdampfer der eingangs genannten Art unmittelbar vor dem Strömungsverteiler im Kältemittelstrom ein Verwirbelungselement angeordnet ist, dessen Strömungsquerschnitt sich in Richtung des Kältemittelflusses sprunghaft erweitert. Durch die Erweiterung des Strömungsquerschnittes wird ein Zerplatzen der aus Kältemitteldampf und Kältemittelflüssigkeit bestehenden Zweiphasenströmung erreicht, so daß diese beiden Phasen verwirbelt werden. Dies wird zu einem homogenen Gemisch und daher zu einer homogenen Naßdampfströmung. Wenn der Strömungsverteiler nun diese homogene Naßdampfströmung in verschiedene Kreissegmente aufteilt, so ist gewährleistet, daß jeder Verdampferrohrstrang mit Gemisch gleicher Eigenschaften beaufschlagt wird. Dadurch verbessert sich der Wirkungsgrad und auch die Regelung des Verdampfers.

Der Eintritt der Naßdampfströmung in das auf geringfügig niedrigerem Druckniveau stehende Verwirbelungselement und damit die Verwirbelung verläuft adiabatisch, d.h. ohne Wärmezufuhr aus der Umgebung. Die Verdampferleistung wird also durch den Einbau eines erfindungsgemäßen Verwirbelungselements nicht beschnitten. Außerdem kann davon ausgegangen werden, daß der geringe Druckabfall in dem Verwirbelungselement die Funktion und Leistungsfähigkeit der bisher schon verwendeten Expansionsventile nicht beeinträchtigt. Schließlich müssen auch an die Fertigungsqualität - abgesehen von den bei Kälteanlagen üblichen Forderungen

nach Druckfestigkeit, Dichtheit und Reinheit - keine besonderen Ansprüche gestellt werden, so daß der erfindungsgemäße Verdampfer mit nicht wesentlich höheren Kosten wie die bekannten Verdampfer hergestellt werden kann.

Vorteilhaft ist es, das Verwirbelungselement als eine zylinderförmige Wirbelzelle auszubilden, deren Durchmesser d_W größer ist als der Durchmesser d_E der Eintrittsöffnung für den Kältemittelstrom. Eine derartige Wirbelzelle kann mit geringem Bauteil- und Montageaufwand hergestellt werden. Als günstig hat es sich hierbei erwiesen, wenn das Verhältnis der Durchmesser d_E/d_W mindestens $1/2$ und höchstens $2/3$ beträgt.

Vorteilhaft kann die Eintrittsöffnung für den Kältemittelstrom auf dem Zylindermantel der Wirbelzelle angeordnet sein. Das Zerplatzen der Zweiphasenströmung bzw. die Verwirbelung von Kältemitteldampf und Kältemittelflüssigkeit wird hierbei zusätzlich durch das Aufprallen der Flüssigkeitsteilchen auf die der Eintrittsöffnung gegenüberliegende Zylinderwand unterstützt.

Der Strömungsverteiler kann direkt auf eine Öffnung der Wirbelzelle aufgesetzt sein. Dadurch ist keine zusätzliche Verbindungsleitung zwischen der Wirbelzelle und dem Strömungsverteiler nötig. Zweckmäßig ist die Öffnung für den Strömungsverteiler ebenfalls auf dem Zylindermantel der Wirbelzelle angeordnet.

Das Verwirbelungselement kann auch anders aufgebaut sein. Möglich ist es zum Beispiel, wenn es aus einem Bauteil mit sich zunächst in Strömungsrichtung verjüngendem Querschnitt besteht. Nach dieser Verjüngung kann es sich in Strömungsrichtung wieder erweitern, wodurch die bereits erwähnte Verwirbelung und damit eine homogene Naßdampfströmung erzielt wird. Da zunächst eine Verjüngung vorgenommen wird, kann dieses Bauteil in ein Rohr oder zwischen zwei Rohre eingebaut werden, die durchgehend konstanten Durchmesser besitzen können. Eine Querschnittsveränderung dieser Rohre ist also nicht erforderlich.

Es ist auch möglich, ein sich im Querschnitt ausschließlich in Strömungsrichtung verjüngendes Bauteil im Inneren eines oder mehrerer Rohre zu befestigen, wobei die Erweiterung des Strömungsquerschnitts durch die in das Rohr mündende verjüngte Stelle dieses Bauteils gebildet wird. Das Bauteil wird hierbei konstruktiv sehr einfach und kann dennoch in Rohre gleichbleibenden Querschnitts eingebaut werden. Zweckmäßig ist es insbesondere, dieses Bauteil mit einem auf seinem Umfang verlaufenden Kragen zu versehen, der an den Endstücken zweier Rohre anliegt. Zur weiteren Abdichtung kann eines dieser Rohre überdies mit einer Schürze versehen sein, die den Kragen übergreift.

In der einfachsten Ausführung kann das Verwirbelungselement auch einfach aus einer Blende bestehen. Diese Blende kann in ähnlicher Weise wie der Kragen des erwähnten Bauteils zwischen den Enden zweier Rohre befestigt werden.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit der Erfindung liegt bei Verdampfern vor, bei denen die Kältemittelanschlüsse auf einer bestimmten Verdampferseite liegen müssen. Da die Saugleitungen, also die Leitungen zur Abführung des Kältemitteldampfes, auf der anderen Seite des Verdampfers liegen, ergibt sich, daß auf jeden Verdampferstrang immer eine ungerade Rohrzahl entfällt. Häufig kommt es nun vor, daß die Anzahl der Verdampferstränge, also die Anzahl der Kältemitelein-spritzungen, gerade ist, wodurch eine gerade Anzahl von Rohren im Verdampferblock benötigt wird, da die gerade Zahl der Verdampferstränge multipliziert mit der ungeraden Zahl der Rohre pro Strang wiederum eine gerade Zahl ergibt. Die Verdampferblöcke sind jedoch häufig so ausgeführt, daß sie eine ungerade Rohrzahl enthalten. In diesem Fall bleibt ein Leerrohr übrig.

Ein Beispiel soll dies erläutern: Ein Verdampferblock umfasse 9 Rohre in der Breite und 5 Rohre in der Tiefe, insgesamt also 45 Rohre. Die Kältemitelein-spritzung sei 4-fach ausgelegt,

wodurch sich vier Verdampferstränge ergeben. Auf jeden dieser Verdampferstränge entfallen nun 11 Rohre, so daß $4 \times 11 = 44$ Rohre benötigt werden. Das 45. Rohr bleibt als Leerrohr übrig.

Aufgrund der hohen Gasgeschwindigkeiten und den damit verbundenen hohen Druckverlusten kann die Saugleitung zum Kompressor, die den Kältemitteldampf wieder abführt, nicht durch das Leerrohr im Verdampfer auf die Anschlußseite des Verdampfers geführt werden. Mit der Erfindung ist es jedoch möglich, dieses Leerrohr als Verbindungsleitung zwischen Expansionsventil und Strömungsverteiler zu benutzen. Das Expansionsventil befindet sich also auf der der Anschlußseite abgewandten Seite des Verdampferblocks, wobei das Leerrohr dieses Expansionsventil mit der Anschlußseite verbindet. Auf der Anschlußseite ist dann ein erfindungsgemäßes Verwirbelungselement angeordnet, das für eine homogene Naßdampfströmung vor dem Strömungsverteiler sorgt. Die Verdampferleistung wird hierdurch nicht beschnitten.

Mit dieser Ausführung wird nicht nur das Leerrohr im Verdampferblock ausgenutzt, vielmehr wird zugleich auch die Führung einer Verdampferanschlußleitung um den Verdampferblock herum vermieden, was insbesondere bei beengten Platzverhältnissen schwierig oder gar nicht zu verwirklichen ist.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung zur Zeichnung, in der verschiedene Ausführungsformen der Erfindung dargestellt sind. Es zeigen:

Fig. 1 die Anordnung eines Verdampfers mit einer zur Erzielung einer homogenen Naßdampfströmung dem Strömungsverteiler vorgeschalteten Beruhigungsstrecke, wie sie jedoch unter beengten Einbauverhältnissen nicht realisiert werden kann,

- Fig. 2 eine andere Anordnung eines Verdampfers, die jedoch aufgrund von Abdichtproblemen am Verdampfergehäuse ebenfalls nicht zweckmäßig ist,
- Fig. 3 eine dem Stand der Technik entsprechende Anordnung des Verdampfers mit gebogener und/oder gewundener Verbindungsleitung zwischen dem Expansionsventil und dem Strömungsverteiler,
- Fig. 4 vergrößerte Querschnitte durch die Verbindungsleitung zwischen Expansionsventil und Strömungsverteiler nach Fig. 3 gemäß den Bezugslinien IV-IV, V-V und VI-VI,
- Fig. 7 die prinzipielle Anordnung eines erfindungsgemäßen Verdampfers,
- Fig. 8 einen Schnitt durch ein als Wirbelzelle ausgebildetes erfindungsgemäßes Verwirbelungselement,
- Fig. 9 einen Querschnitt durch die Darstellung der Fig. 8 entlang der Bezugslinie IX-IX,
- Fig. 10 den Schnitt durch eine andere Ausführungsform des Verwirbelungselementes,
- Fig. 11 den Schnitt durch eine dritte Ausführungsform des Verwirbelungselementes und
- Fig. 12 die schematische Ansicht einer Anwendung des erfindungsgemäßen Verwirbelungselementes bei einem Verdampfer mit ungerader Rohrzahl und gerader Zahl der Verdampferstränge.

In Fig. 1 ist mit 1 ein Expansionsventil bezeichnet. In dieses Expansionsventil tritt in Richtung des Pfeiles A der Kältemittel-

strom ein. Bei dem Expansionsventil handelt es sich um ein thermostatisches Expansionsventil, bei dem die Überhitzung des Kältemitteldampfes in den Verdampferrohren als Regelgröße für die Füllungsregelung verwendet wird. Über eine Beruhigungsstrecke 2 ist dieses Expansionsventil mit einem Strömungsverteiler 3 verbunden, der den Kältemittelstrom symmetrisch aufteilt. Insbesondere findet hier ein Strömungsverteiler Verwendung, der den Kühlmittelstrom in Kreissegmente aufteilt. Ein solcher Strömungsverteiler ist beispielsweise der aus der US-PS 28 03 116 bekannte Venturi-Verteiler. Die Beruhigungsstrecke 2 erfüllt in diesem Fall die Aufgabe, vor dem Strömungsverteiler 3 für eine homogene Naßdampfströmung oder eine zentrische Ringströmung zu sorgen, so daß jedem der Verdampferstränge von dem Strömungsverteiler 3 ein Kältemittelstrom von gleichen Eigenschaften zugeteilt wird.

Die Ausgänge des Strömungsverteilers 3 sind mit dem Verdampferblock 4 verbunden. Dieser Verdampferblock weist eine Reihe von Verdampferrohren auf. Jeweils mehrere dieser Verdampferrohre sind zu einem Verdampferrohrstrang zusammengefaßt, so daß jeder der von dem Strömungsverteiler 3 ausgehenden Kältemittelströme mehrfach den Verdampferblock 4 durchströmt. Ziel ist es, daß am Ende aller Verdampferstränge das Kältemittel vollständig verdampft und um einen, in allen Strängen gleich großen Betrag überhitzt ist. Diese Überhitzung wird dann wieder als Regelgröße für die Füllungsregelung durch das Expansionsventil 1 verwendet. Anschließend verläßt der Kältemitteldampf in Richtung des Pfeiles B den Verdampferblock und wird in hier nicht gezeigter Weise über eine Saugleitung dem Kompressor zugeführt.

Es ist ersichtlich, daß eine gleichmäßige Verdampfung und Überhitzung des Kältemittels im Verdampferblock nur dann gewährleistet ist, wenn vor dem Strömungsverteiler 3 eine homogene Naßdampfströmung oder - im Fall der Aufteilung in Kreissegmente - eine zentrische Ringströmung vorliegt. Diese Aufgabe wird bei der Anordnung der Fig. 1 von der Beruhigungsstrecke 2 übernommen. Bei

beengten Einbauverhältnissen, beispielsweise in Kraftfahrzeugen, ist es jedoch nicht möglich, eine derartige Beruhigungsstrecke, die im praktischen Anwendungsfall nicht - wie hier gezeigt - waagrecht, sondern senkrecht steigend oder fallend ausgeführt wird, zu verwirklichen. Es muß daher nach anderen Lösungen gesucht werden.

Eine ähnliche Anordnung wie die Fig. 1 zeigt die Fig. 2. Hier wurde angesichts der Tatsache, daß hinter dem Expansionsventil 1 ebenfalls eine zumindestens annähernd homogene Naßdampfströmung herrscht, auf eine Beruhigungsstrecke verzichtet. Eine derartige Anordnung ist jedoch aufgrund von Abdichtproblemen an den Verdampfergehäusen im praktischen Anwendungsfall ebenfalls nicht möglich.

Eine dem Stand der Technik entsprechende Anordnung des Verdampfers bei beengten Einbauverhältnissen zeigt die Fig. 3. Hierbei tritt das Kältemittel in Richtung des Pfeiles A in das Expansionsventil 1 und wird von dort über eine mehrfach gebogene oder gewundene Leitung 5 dem Strömungsverteiler 3 zugeführt. Die Leitung 5 kann hierbei nicht mehr die Funktion einer Beruhigungsstrecke übernehmen, wie aus den Fig. 4 bis 6, die Querschnitte in Richtung der Bezugslinie IV-IV, V-V und VI-VI der Fig. 3 darstellen, gezeigt ist. Wie aus der Fig. 4 zu erkennen ist, herrscht unmittelbar hinter dem Expansionsventil 1 noch eine homogene Naßdampfströmung oder eine zentrische Ringströmung. Beim Passieren der mehrfach gebogenen oder gewundenen Leitung 15 kommt es jedoch zur Ausbildung von Drallströmungen, welche, wie aus der Fig. 5 ersichtlich, eine exzentrische Ringströmung zur Folge haben. Es liegt also kein über den ganzen Querschnitt homogenes Gemisch von Kältemitteldampf und Kältemittelflüssigkeit mehr vor. Wird diese exzentrische Ringströmung nun, wie in der Fig. 6 gezeigt, von dem Strömungsverteiler 3 in Kreissegmente aufgeteilt, so werden die einzelnen Verdampferstränge nicht mehr gleichmäßig mit Kältemitteldampf bzw. Kältemittelflüssigkeit beaufschlagt. Zur Verdeutlichung sind die den Kreissegmenten der Fig. 6 entsprechenden Zuleitungen A bis F zum Verdampferblock auch in der Fig. 3 eingetragen. Hierbei

ergibt sich, daß der mit D bezeichnete Verdampferstrang mit sehr viel Naßdampf beaufschlagt wird, während die anderen Verdampferstränge entsprechend weniger Naßdampf erhalten. Am wenigstens Naßdampf erhält bei der gezeigten Anordnung der Verdampferstrang A. Die Aufteilung in Naßdampf bzw. Gas ist in der Fig. 3 am Beispiel des Verdampferstrangs A gezeigt. Der Naßdampf ist hierbei mit 6 und das Gas mit 7 bezeichnet.

Die inhomogene Aufteilung des Kältemittelstroms auf die einzelnen Verdampferrohrstränge führt zu zwei wesentlichen Nachteilen. Zum einen verschlechtert sich der Wirkungsgrad des Verdampfers. Andererseits ist der Kältemitteldampf beim Verlassen der Verdampferrohrstränge jedoch auch nicht gleichmäßig überhitzt, was zu einer nicht befriedigenden Regelung des thermostatischen Expansionsventils 1 führt.

Die Erfindung schlägt daher vor, unmittelbar vor dem Strömungsverteiler ein Verwirbelungselement mit sich aufweitendem Strömungsquerschnitt anzuordnen. Eine derartige Anordnung ist im Prinzip in der Fig. 7 gezeigt. Die Bezugszeichen der vorhergehenden Figuren wurden dabei beibehalten. Die Querschnittserweiterung des vor dem Strömungsverteilers 3 angeordneten Verwirbelungselements 8 führt dabei zu einer heftigen Verwirbelung von Kältemitteldampf und Kältemittelflüssigkeit und daher zu einem homogenen Gemisch. Der Strömungsverteiler kann die Kältemittelströmung nun in gleichartige Kältemittelteilströme, die den einzelnen Verdampferrohrsträngen zugeführt werden, aufteilen. Die Verdampfung und Überhitzung geschieht daher in allen Verdampferrohrsträngen gleichmäßig, wodurch ein erhöhter Wirkungsgrad des Verdampfers und zugleich eine bessere Regelung des Expansionsventils gegeben sind. Der Eintritt der Naßdampfströmung in die auf geringfügig niedrigerem Druckniveau stehende Verwirbelungszelle und die damit verbundene Wirbelung verläuft adiabatisch, d.h. ohne Wärme-zufuhr aus der Umgebung; die Verdampferleistung wird daher durch den Einbau eines derartigen Verwirbelungselementes nicht beschnitten. Der geringe Druckabfall in dem

Verwirbelungselement beeinträchtigt zugleich die Funktion und Leistungsfähigkeit der bisher schon verwendeten Expansionsventile nicht.

Ein Ausführungsbeispiel für das in Fig. 7 nur schematisch angedeutete Verwirbelungselement 8 ist in der Fig. 8 gezeigt. Das Verwirbelungselement ist hierbei als zylinderförmige Wirbelzelle 9 ausgeführt. Auf den Zylindermantel 10 dieser Wirbelzelle 9 ist eine Eintrittsöffnung 11 für den Kältemittelstrom angeordnet. Der Durchmesser d_E dieser Eintrittsöffnung 11 ist kleiner gewählt als der Durchmesser d_W der Wirbelzelle 9, wobei das Verhältnis d_E/d_W vorzugsweise zwischen 1/2 und 2/3 liegt. Hierdurch wird eine Erweiterung des Strömungsquerschnittes erreicht, was zu einem Zerplatzen der aus Kältemitteldampf und Kältemittelflüssigkeit bestehenden Zweiphasenströmung und daher zu einer heftigen Verwirbelung bzw. zur Bildung eines homogenen Gemisches führt. Da die Eintrittsöffnung 11 auf dem Zylindermantel angeordnet ist, trifft die Zweiphasenströmung zusätzlich auf die der Eintrittsöffnung gegenüberliegende Behälterwand, was die Verwirbelung weiter begünstigt. An die Fertigungsqualität dieser Wirbelzelle müssen keine besonderen Ansprüche gestellt werden, abgesehen von den bei Kälteanlagen üblichen Forderungen, wie Druckfestigkeit, Dichtheit und Reinheit.

Ebenfalls auf dem Zylindermantel 10 angeordnet ist die Auslaßöffnung 12. Der zwischen der Eintrittsöffnung 11 und der Austrittsöffnung 12 wirksame Abstand L beträgt dabei vorzugsweise 25 bis 35 mm. Um eine einfache Bauweise zu erzielen, ist in die Austrittsöffnung 12 direkt der hier als Bauteil gezeigte Strömungsverteiler 13 eingesetzt. Der Bauteil- und Montageaufwand wird hierdurch weiter reduziert und verbilligt die Herstellung eines erfindungsgemäßen Verdampfers.

Den Querschnitt in Richtung der Bezugslinie IX-IX der Fig. 8 zeigt die Fig. 9. Hier ist der auf die Eintrittsöffnung 11 aufgesetzte Einlaßstutzen 14 zu erkennen. Dieser Einlaßstutzen 14

kann an sich beliebig auf dem Zylindermantel 10 angeordnet sein, wie durch den Winkel α , der zwischen 0 und 360° liegen kann, angedeutet ist. Die Einlaßöffnung kann damit den jeweiligen Einbauverhältnissen angepaßt werden.

Eine andere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verwirbelungselements ist in der Fig. 10 dargestellt. Hier ist ein mit sich in Strömungsrichtung verjüngenden Querschnitt versehenes Bauteil 15 vorgesehen. Mit dieser Ausgestaltung wird erreicht, daß das Verwirbelungselement auch im Inneren von Rohren 16 und 17 angeordnet werden kann, ohne daß sich der Querschnitt dieser Rohre verändern muß.

Zur Befestigung des Bauteils 15 an den Rohren 16 und 17 ist dieses mit einem auf seinem Umfang verlaufenden Kragen 18 versehen, der an den Endstücken der Rohre 16 und 17 anliegt. Dadurch ist die Möglichkeit einer einfachen Befestigung gegeben. Das Rohr 16 besitzt überdies eine Schürze 19, die den Kragen 18 übergreift und damit für eine einfache und zuverlässige Abdichtung sorgt.

Die Ausführungsform gemäß der Fig. 10 läßt sich sogar noch weiter vereinfachen. Eine solche Ausführungsform ist in der Fig. 11 gezeigt. Hier besteht das Verwirbelungselement lediglich aus einer Blende 20, welche an den Rohren 16 und 17 in ähnlicher Weise befestigt ist, wie das Bauteil 15 gemäß Fig. 10.

Eine spezielle Anwendung der Erfindung ist schließlich noch in der Fig. 12 gezeigt. Bekanntlich tritt des öfteren der Fall auf, daß ein Verdampferblock mit einer ungeraden Anzahl von Rohren ausgerüstet ist, während die Zahl der Verdampferrohrstränge und

damit auch die Zahl der erforderlichen Rohre gerade ist. In diesem Fall bleibt ein Leerrohr im Verdampferblock übrig. Dieses Leerrohr kann wegen der hohen Gasgeschwindigkeiten und den damit verbundenen hohen Druckverlusten nicht als Saugleitung zum Kompressor verwendet werden. Durch die Erfindung ist es jedoch möglich, dieses Leerrohr als Verbindungsleitung zwischen dem Expansionsventil und dem Strömungsverteiler zu verwenden. Eine gesonderte und manchmal schwierig oder gar nicht unterzubringende Verdampferanschlußleitung um den Verdampferblock herum entfällt damit.

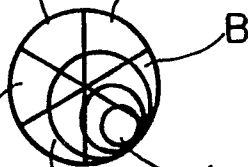
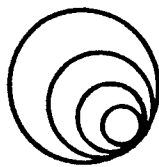
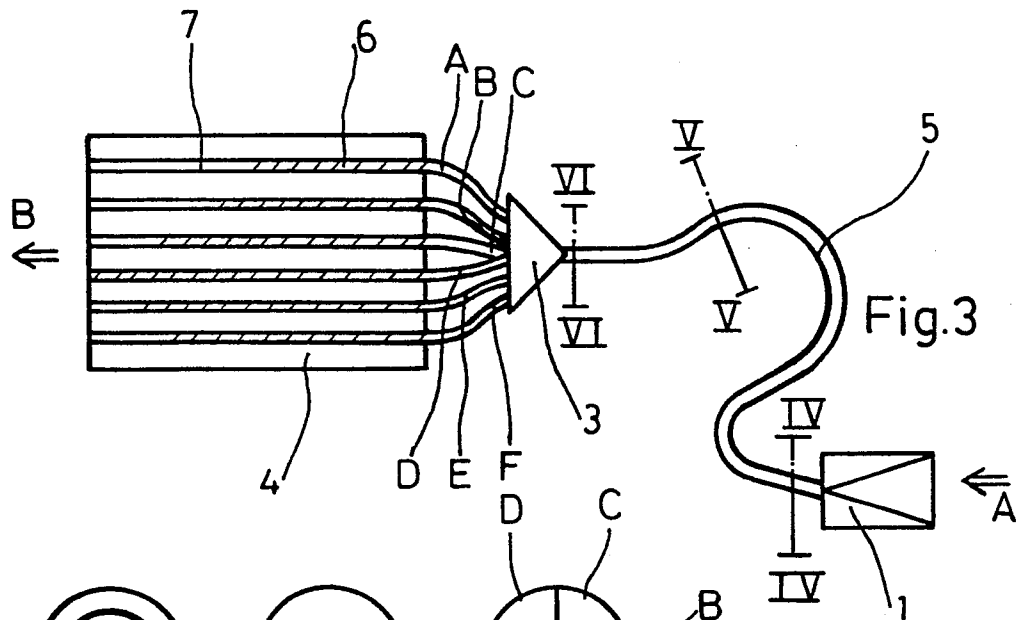
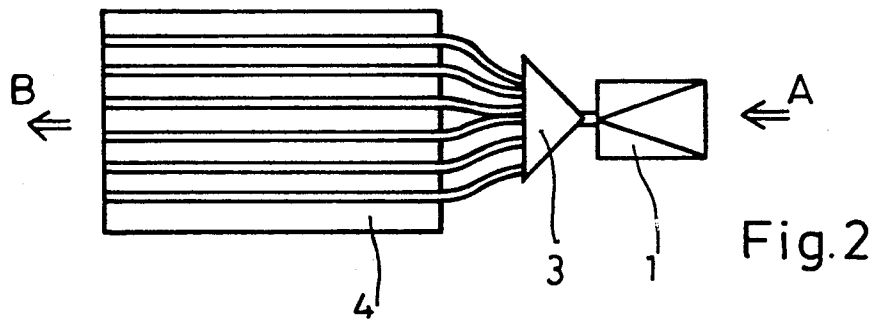
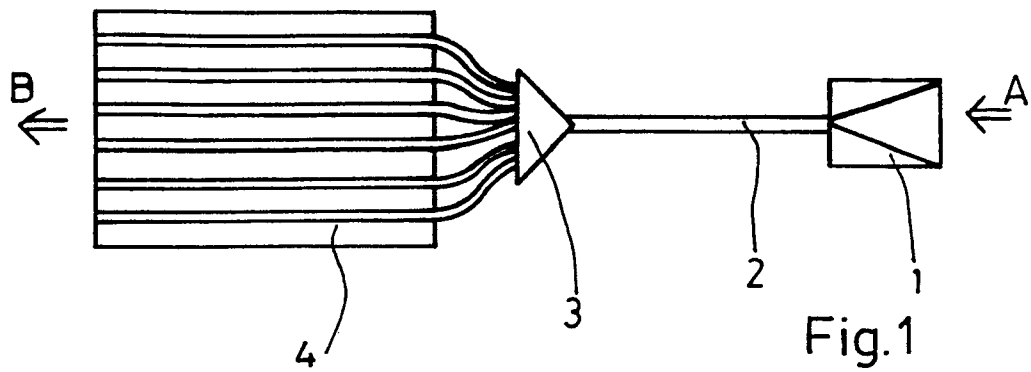
Gemäß der schematischen Darstellung der Fig. 12 strömt das Kältemittel in Richtung des Pfeiles A durch das Expansionsventil 1 und wird über eine Verbindungsleitung 21 dem nur gestrichelt gezeichneten Leerrohr 22 zugeführt. Auf der Anschlußseite des Verdampferblocks 23 mündet dieses Leerrohr 22 in das hier als Wirbelzelle 24 ausgeführte Verwirbelungselement, wodurch wieder eine homogene Naßdampfströmung hergestellt wird. Nach Verlassen des auf der Wirbelzelle 24 aufgesetzten Strömungsverteilers 25 werden die nur schematisch gezeigten Kältemittelteilströme 26a bis 26d dann den Verdampferrohrsträngen zugeführt. Nach Passieren dieser Stränge gelangt der Kältemitteldampf über die Saugleitung 27 in Richtung des Pfeiles B zu dem hier nicht gezeigten Kompressor.

Ansprüche
=====

1. Verdampfer, insbesondere für Klimaanlage von Kraftfahrzeugen, mit einem Verdampferblock mit mehreren Verdampferrohren und einer Zuführvorrichtung für das Kältemittel, welche aus einem Expansionsventil und einem den Kältemittelstrom aufteilenden Strömungsverteiler besteht, wobei die Verbindungsleitung zwischen dem Expansionsventil und dem Strömungsverteiler mindestens teilweise gebogen oder gewunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß unmittelbar vor dem Strömungsverteiler (3) im Kältemittelstrom ein Verwirbelungselement (8) angeordnet ist, dessen Strömungsquerschnitt sich in Richtung des Kältemittelflusses sprunghaft erweitert.
2. Verdampfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verwirbelungselement eine zylinderförmige Wirbelzelle (9) ist, deren Durchmesser (d_w) größer ist als der Durchmesser (d_E) der Eintrittsöffnung (11) für den Kältemittelstrom.
3. Verdampfer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Durchmesser (d_E/d_w) mindestens $1/2$ und höchstens $2/3$ beträgt.

4. Verdampfer nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintrittsöffnung (11) auf dem Zylindermantel (10) der Wirbelzelle (9) angeordnet ist.
5. Verdampfer nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungsverteiler (13) direkt auf eine Öffnung (12) der Wirbelzelle (9) aufgesetzt ist.
6. Verdampfer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (12) für den Strömungsverteiler (13) auf dem Zylindermantel (10) der Wirbelzelle (9) angeordnet ist.
7. Verdampfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verwirbelungselement aus einem Bauteil (15) mit sich zunächst in Strömungsrichtung verjüngendem Querschnitt besteht.
8. Verdampfer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil (15) im Inneren eines oder zwischen zwei Rohren (16, 17) befestigt ist, wobei die Erweiterung des Strömungsquerschnitts durch die in eines dieser Rohre (17) mündende verjüngte Stelle dieses Bauteils (15) gebildet wird.
9. Verdampfer nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil (15) mit einem auf seinem Umfang verlaufenden Kragen (18) versehen ist, der an den Endstücken zweier Rohre (16, 17) eingespannt ist.
10. Verdampfer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eines (16) der Rohre mit einem erweiterten Endteil (19) versehen ist, das den Kragen (18) übergreift.
11. Verdampfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verwirbelungselement aus einer Blende (20) besteht.

12. Verdampfer nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Blende (20) an den Endstücken zweier Rohre (16, 17) anliegt.
13. Verdampfer nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß eines (16) der Rohre mit einem erweiterten Endteil (19) versehen ist, der den Rand der Blende (20) übergreift.
14. Verdampfer nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung zwischen dem Expansionsventil (1) und dem Verwirbelungselement (24) durch eines der Rohre (22) des Verdampferblockes (23) geführt ist.



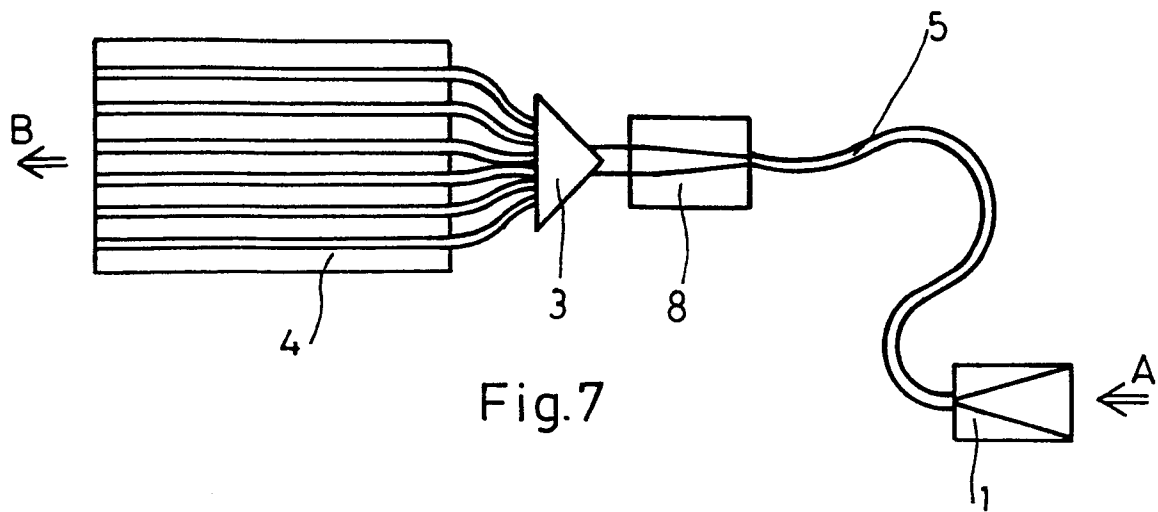


Fig. 7

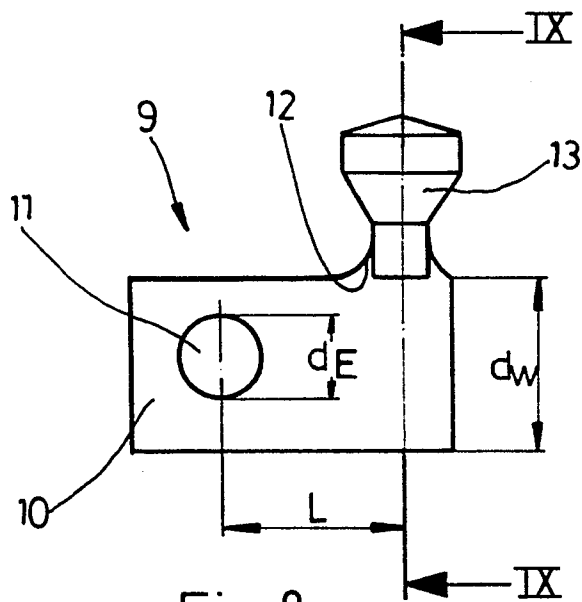


Fig. 8

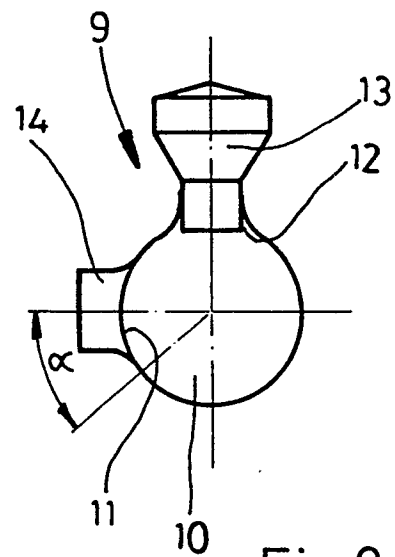


Fig. 9

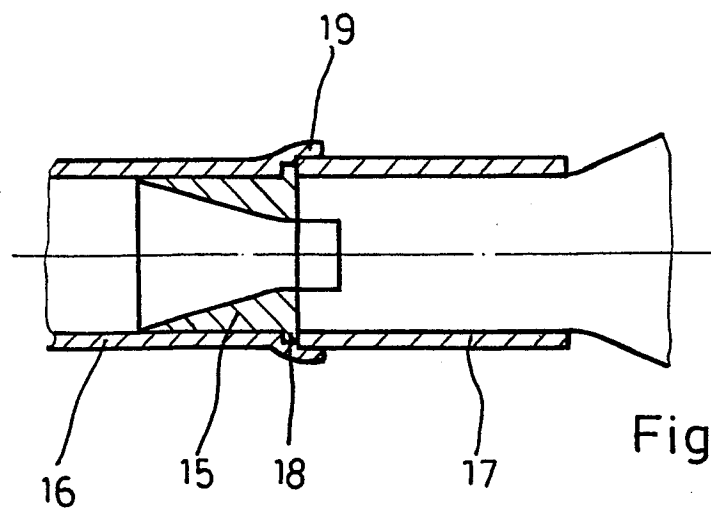


Fig. 10

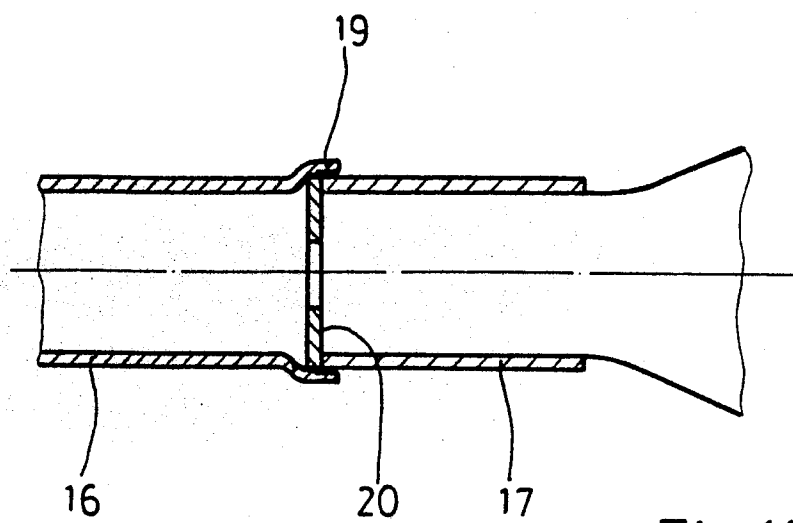


Fig. 11

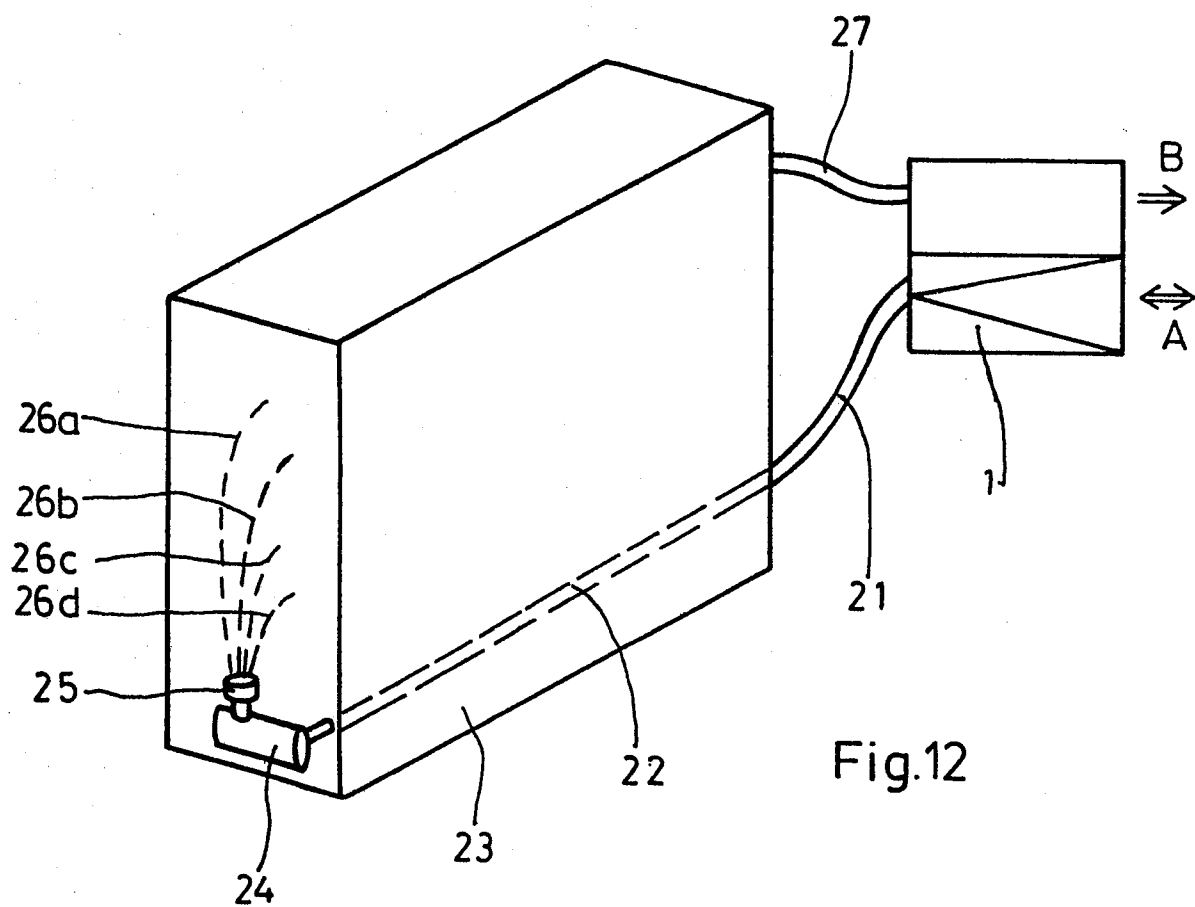


Fig. 12