



(10) **DE 10 2012 002 768 A1** 2012.09.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 002 768.0**

(22) Anmeldetag: **11.02.2012**

(43) Offenlegungstag: **20.09.2012**

(51) Int Cl.: **B60H 1/32 (2012.01)**

B60H 1/00 (2012.01)

F25B 30/00 (2012.01)

(71) Anmelder:

Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

Franke, Andreas, Dipl.-Ing., 70806, Kornwestheim, DE; Gärtner, Jan, Dipl.-Ing., 71229, Leonberg, DE; Hartmann, Andreas, 83122, Samerberg, DE; Koch, Thomas, Dr.-Ing., 71034, Böblingen, DE

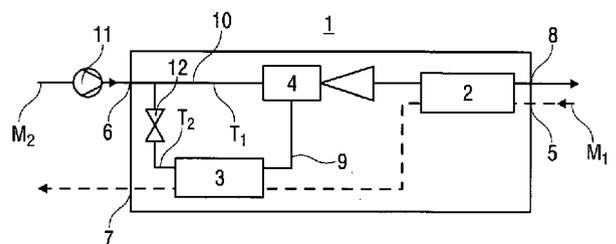
Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Wärmetauschermodul und Verfahren zum Betrieb eines Wärmetauschermoduls**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Wärmetauschermodul (1) zur fluidischen Koppelung mit zumindest einem Kühlkreislauf. Erfindungsgemäß umfasst das Wärmetauschermodul (1) zumindest einen Hochtemperaturwärmetauscher (2), einen Niedertemperaturwärmetauscher (3) und eine Strahlpumpe (4) und ist als bauliche Einheit ausgebildet.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Wärmetauschermoduls (1).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Wärmetauschermodul zur fluidischen Koppelung mit zumindest einem Kühlkreislauf gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines Wärmetauschermoduls gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

[0002] Die DE 103 39 235 A1 beschreibt eine Klimaanlage, umfassend einen Verdichter, einen Radiator, einen Verdampfer, einen Ejektor und einen Separator. Der Verdichter verdichtet Kältemittel und steuert variabel eine Kältemittelmenge. Der Radiator kühlt Hochdruckkältemittel. Der Verdampfer kühlt in die Fahrgastzelle eines Fahrzeugs geblasene Luft. Der Ejektor mit einer Düse strahlt das Kältemittel mit hoher Geschwindigkeit aus. Der Separator trennt das Kältemittel in gasförmiges und flüssiges Kältemittel. Der Öffnungsgrad der Drossel der Düse in dem Ejektor wird vergrößert, um das Kühlvermögen der Klimaanlage zu erhöhen, wenn die aus dem Verdichter ausgetragene Kältemittelmenge kleiner als eine maximale Kältemittelmenge ist.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Wärmetauschermodul zur fluidischen Koppelung mit zumindest einem Kühlkreislauf anzugeben. Des Weiteren liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren zum Betrieb eines solchen Wärmetauschermoduls anzugeben.

[0004] Hinsichtlich des Wärmetauschermoduls wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

[0005] Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die im Anspruch 10 angegebenen Merkmale gelöst.

[0006] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Beim Wärmetauschermodul zur fluidischen Koppelung mit zumindest einem Kühlkreislauf umfasst das Wärmetauschermodul erfindungsgemäß zumindest einen Hochtemperaturwärmetauscher, einen Niedertemperaturwärmetauscher und eine Strahlpumpe und ist als bauliche Einheit ausgebildet. Dadurch ist das Wärmetauschermodul als kompakte bauliche Einheit ausgebildet, welche besonders einfach in einem Kühlkreislauf, beispielsweise eines Fahrzeugs, anordenbar ist und eine besonders effiziente Wärmeübertragung zwischen zwei Medien ermöglicht.

[0008] Besonders vorteilhafterweise ist mittels der Strahlpumpe ein Wirkungsgrad der Wärmeübertra-

gung mittels des erfindungsgemäßen Wärmetauschermoduls im Vergleich zu herkömmlichen Gegenstromwärmetauschern signifikant verbessert.

[0009] Dadurch kann beispielsweise ein so genannter Carnotwirkungsgrad beim Einsatz des Wärmetauschermoduls als Abgaswärmetauscher einer Verbrennungskraftmaschine bei Abgasquellen mit niedrigem Temperaturniveau gesteigert werden, ohne dass die Wärmeübertragungsleistung durch den so genannten Pinch Point des betreffenden Wärmetauschers limitiert ist. Dabei wird als Pinch Point eine minimale, bei der Wärmeübertragung von einem Medium auf das andere auftretende Temperaturdifferenz bezeichnet.

[0010] Beim Verfahren zum Betrieb eines Wärmetauschermoduls wird mittels des Wärmetauschermoduls eine thermische Energie erfindungsgemäß von einem ersten Medium an ein zweites Medium übertragen, wobei ein erster Teilstrom des zweiten Mediums auf einen Verdampfungsdruck gefördert und einer Strahlpumpe als Treibmediumstrom zugeführt wird und ein zweiter Teilstrom des zweiten Mediums mit im Vergleich zum ersten Teilstrom verringerten Druck durch einen Niedertemperaturwärmetauscher geführt wird, wobei die in der Strahlpumpe gemischten Teilströme einem Hochtemperaturwärmetauscher zugeführt werden.

[0011] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

[0012] Dabei zeigen:

[0013] Fig. 1 schematisch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschermoduls,

[0014] Fig. 2 schematisch eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschermoduls,

[0015] Fig. 3 schematisch eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschermoduls und

[0016] Fig. 4 schematisch eine vierte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschermoduls.

[0017] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0018] Fig. 1 zeigt schematisch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschermoduls 1. Mittels eines solchen Wärmetauschermoduls 1 ist eine thermische Energie von einem ersten Medium M_1 an ein zweites Medium M_2 über-

tragbar. Das Wärmetauschermodul **1** ist derart ausgebildet, dass die Medien M_1 und M_2 das Wärmetauschermodul **1** im Gegenstromprinzip durchströmen.

[0019] Das Wärmetauschermodul **1** ist bevorzugt als kompakte bauliche Einheit ausgebildet und umfasst zumindest einen Hochtemperaturwärmetauscher **2**, einen Niedertemperaturwärmetauscher **3** und eine Strahlpumpe **4**.

[0020] Das Wärmetauschermodul **1** ist zur Anordnung in einem herkömmlichen, nicht näher dargestellten Kühlkreislauf, beispielsweise einem Fahrzeugkühlkreislauf, ausgebildet und weist zur Koppelung mit einem solchen Kühlkreislauf einen Zufluss **5** für das erste Medium M_1 , einen Zufluss **6** für das zweite Medium M_2 , einen Abfluss **7** für das erste Medium M_1 und einen Abfluss **8** für das zweite Medium M_2 auf. Die Zu- und Abflüsse **5** bis **8** weisen entsprechende, nicht dargestellte Anschlussmittel zur mediendichten Koppelung mit dem Kühlkreislauf auf.

[0021] Das erste Medium M_1 ist bevorzugt Abgas einer herkömmlichen Verbrennungskraftmaschine.

[0022] Das zweite Medium M_2 ist ein Arbeitsmedium eines herkömmlichen Rankine-Kreislaufs zur Abwärmenutzung in einem Fahrzeug. Als zweites Medium M_2 wird bzw. werden bevorzugt Wasser, Ethanol, Kohlendioxid, Kühlmittel R744, Kühlmittel R134 oder Gemische aus den vorgenannten Stoffen verwendet.

[0023] Innerhalb des Wärmetauschermoduls **1** ist der Hochtemperaturwärmetauscher **2** in Strömungsrichtung nach der Strahlpumpe **4** und der Niedertemperaturwärmetauscher **3** in Strömungsrichtung vor der Strahlpumpe **4** in deren Strahlmediumabschnitt **9** angeordnet. Dabei ist die Strahlpumpe **4** vom zweiten Medium M_2 , welches thermische Energie aus dem ersten Medium M_1 aufnimmt, durchflossen.

[0024] Die Medien M_1 und M_2 sind mittels des Hochtemperaturwärmetauschers **2** und des Niedertemperaturwärmetauschers **3** thermisch im Gegenstromprinzip gekoppelt, d. h. das heiße erste Medium M_1 durchströmt zuerst den Hochtemperaturwärmetauscher **2** und anschließend den Niedertemperaturwärmetauscher **3**, während das zu erwärmende zweite Medium M_2 zuerst den Niedertemperaturwärmetauscher **3** und anschließend den Hochtemperaturwärmetauscher **2** durchströmt.

[0025] Die Strahlpumpe **4** ist als herkömmliche Strahlpumpe ohne bewegte Teile und somit besonders robust, wartungs- und verschleißarm ausgebildet. Der Strahlpumpe **4** ist ein Strahlmediumabschnitt **9** und ein Treibmediumabschnitt **10** zugeordnet.

[0026] Das zweite Medium M_2 wird mittels zumindest einer Speisepumpe **11** durch das Wärmetauscher-

modul **1** gefördert. Dabei erfolgt in Strömungsrichtung nach der Speisepumpe **11** eine Aufspaltung des Medienstroms des zweiten Mediums M_2 in einen ersten Teilstrom T_1 und einen zweiten Teilstrom T_2 . Der erste Teilstrom T_1 durchströmt den Treibmediumabschnitt **10** und wird als Treibmediumstrom direkt zur Strahlpumpe **4** geleitet.

[0027] Der zweite Teilstrom T_2 durchströmt den Strahlmediumabschnitt **9** und wird der Strahlpumpe **4** als Strahlmedium zugeführt. Dabei ist der Strahlmediumabschnitt **9** in der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsvariante des Wärmetauschermoduls **1** aus einem Drossелеlement **12** und dem diesen nachgeordneten Niedertemperaturwärmetauscher **3** gebildet.

[0028] Innerhalb der Strahlpumpe **4** wird in herkömmlicher Weise mittels des ersten Teilstroms T_1 aus dem Treibmediumabschnitt **10** der zweite Teilstrom T_2 aus dem Strahlmediumabschnitt **9** angesaugt und verdichtet, wodurch in der Strahlpumpe **4** Verdampfungskühlung stattfindet.

[0029] In der Strahlpumpe **4** wird mithilfe einer nicht dargestellten Treibdüse der eintretende, unter Druck stehende Teilstrom T_1 aus dem Treibmediumabschnitt **10** entspannt und somit gleichzeitig beschleunigt. Infolge der Umwandlung von Druckenergie in kinetische Energie erzeugt der entstehende Mediumstrahl einen Unterdruck. Im Unterdruckgebiet der Strahlpumpe **4** sind Saugschlitze angebracht, durch die der zweite Teilstrom T_2 aus dem Strahlmediumabschnitt **9** angesaugt wird. In der Strahlpumpe **4** kommt es aufgrund hoher Turbulenzen zu einer intensiven Durchmischung der Teilströme T_1 und T_2 . Nach Beendigung der Mischung und dem Ausgleich der Geschwindigkeiten in einem bevorzugt zylindrischen Abschnitt der Strahlpumpe **4** verlässt ein Mediengesamtstrom des zweiten Mediums M_2 die Strahlpumpe **4** und wird dem Hochtemperaturwärmetauscher **2** zugeführt.

[0030] Im Betrieb der Strahlpumpe **4** wird mittels der Speisepumpe **11** das zweite Medium M_2 auf den Verdampfungsdruck verdichtet und gefördert. Anschließend wird das verdichtete zweite Medium M_2 mit einem vorgebbaren oder einstellbaren Verhältnis in die Teilströme T_1 und T_2 aufgeteilt.

[0031] Der Teilstrom T_1 wird der Strahlpumpe **4** direkt zugeführt und der Teilstrom T_2 wird im Strahlmediumabschnitt **9**, beispielsweise mittels des Drossелеlements **12**, auf ein derartiges Druckniveau gedrosselt, dass im Niedertemperaturwärmetauscher **3** eine Verdampfung des zweiten Teilstroms T_2 bis zu einem spezifischen Dampfgehalt von eins ermöglicht ist. Nach dem Mischen der Teilströme T_1 und T_2 verlässt ein Mediengesamtstrom des zweiten Mediums M_2 die Strahlpumpe **4**, wobei im Hochtemperaturwärmetauscher **2** eine derartige Erwärmung und/oder

Verdampfung stattfindet, dass ein Dampfgehalt des zweiten Mediums M_2 größer 0,5 erreicht wird. Anschließend wird mittels einer Entspannung des zweiten Mediums M_2 in einer geeigneten Maschine oder Vorrichtung, welche beispielsweise Teil eines Rankine-Kreislaufs ist, mechanische Arbeit generiert.

[0032] Mittels des Drosselements **12** ist eine Steuerung und/oder Regelung der mittels der Verdampfungskühlung erzeugbaren Kälteleistung in der Strahlpumpe **4** ermöglicht. Mittels der Speisepumpe **11**, welche in Strömungsrichtung vor dem Treibmediumabschnitt **10** angeordnet ist, wird das Medium M_2 zu einem Hochdruckmedium verdichtet und der Strahlpumpe **4** zugeführt.

[0033] In Abhängigkeit des eingesetzten Mediums M_2 im Treibmediumabschnitt **10**, welches gasförmig, dampfförmig oder flüssig vorliegen kann, wird die Strahlpumpe **4** als Gas-, Dampf- und Flüssigkeitsstrahlkälteanlage bezeichnet.

[0034] In der Ausführungsvariante nach **Fig.1** ist die Speisepumpe extern des Wärmetauschermoduls **1** angeordnet und somit Teil eines Kühlkreislaufs.

[0035] Das Wärmetauschermodul **1** weist zur Steuerung des Wärmeübertrags nicht dargestellte Steuermittel auf. Diese Steuermittel umfassen beispielsweise eine Steuereinheit zur Steuerung und/oder Regelung des Betriebs der Speisepumpe **11** und des Drosselements **12**.

[0036] **Fig. 2** zeigt schematisch eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschermoduls **1**. Diese Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der in **Fig.1** dargestellten Ausführungsform mit dem Unterschied, dass die Speisepumpe **11** in das Wärmetauschermodul **1** integriert ist.

[0037] **Fig. 3** zeigt schematisch eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschermoduls **1**. Diese Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der in **Fig.1** dargestellten Ausführungsform mit dem Unterschied, dass das Drosselement **12** entfällt.

[0038] Zur Einstellung der entsprechenden Druckniveaus im Strahlmediumabschnitt **9** und im Treibmediumabschnitt **10** ist jedem dieser Abschnitte eine separate Speisepumpe **11** zugeordnet. In der Ausführungsvariante nach **Fig.3** sind diese Speisepumpen **11** extern des Wärmetauschermoduls **1** angeordnet und somit Teil eines Kühlkreislaufs. Dazu weist das Wärmetauschermodul **1** zwei separate Zuflüsse **6** für das zweite Medium M_2 auf, wobei jeweils der Strahlmediumabschnitt **9** und der Treibmediumabschnitt **10** über einen eigenen separaten Zufluss **6** verfügt.

[0039] **Fig.4** zeigt schematisch eine vierte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschermoduls **1**. Diese Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der in **Fig.3** dargestellten Ausführungsform mit dem Unterschied, dass die Speisepumpen **11** in das Wärmetauschermodul **1** integriert sind.

Bezugszeichenliste

| | |
|------------|-------------------------------|
| 1 | Wärmetauschermodul |
| 2 | Hochtemperaturwärmetauscher |
| 3 | Niedertemperaturwärmetauscher |
| 4 | Strahlpumpe |
| 5 | Zufluss für das erste Medium |
| 6 | Zufluss für das zweite Medium |
| 7 | Abfluss für das erste Medium |
| 8 | Abfluss für das zweite Medium |
| 9 | Strahlmediumabschnitt |
| 10 | Treibmediumabschnitt |
| 11 | Speisepumpe |
| 12 | Drosselement |
| M_1, M_2 | Medium |
| T_1, T_2 | Teilstrom |

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10339235 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Wärmetauschermodul (1) zur fluidischen Kopplung mit zumindest einem Kühlkreislauf, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wärmetauschermodul (1) zumindest einen Hochtemperaturwärmetauscher (2), einen Niedertemperaturwärmetauscher (3) und eine Strahlpumpe (4) umfasst und als bauliche Einheit ausgebildet ist.

2. Wärmetauschermodul (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Wärmetauschermoduls (1) eine thermische Energie von einem ersten Medium (M_1) an ein zweites Medium (M_2) übertragbar ist, wobei das Wärmetauschermodul (1) derart ausgebildet ist, dass die Medien (M_1 , M_2) das Wärmetauschermodul (1) im Gegenstromprinzip durchströmen.

3. Wärmetauschermodul (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochtemperaturwärmetauscher (2) in Strömungsrichtung nach der Strahlpumpe (4) und der Niedertemperaturwärmetauscher (3) in Strömungsrichtung vor der Strahlpumpe (4) in deren Strahlmediumabschnitt (9) angeordnet ist.

4. Wärmetauschermodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Speisepumpe (11) zur Förderung des zweiten Mediums (M_2) im Wärmetauschermodul (1) vorgesehen ist, wobei in Strömungsrichtung nach der Speisepumpe (11) eine Aufspaltung des Medienstroms des zweiten Mediums (M_2) in einen ersten Teilstrom (T_1) und einen zweiten Teilstrom (T_2) erfolgt und der zweite Teilstrom (T_2) den aus einem Drosselement (12) und dem Niedertemperaturwärmetauscher (3) gebildeten Strahlmediumabschnitt (9) durchströmt und der Strahlpumpe (4) als Strahlmedium zuführbar ist.

5. Wärmetauschermodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Medium (M_2) in einen ersten Teilstrom (T_1) und einen zweiten Teilstrom (T_2) aufspaltbar ist, wobei einem jeden Teilstrom (T_1 , T_2) eine separat regel- und/oder steuerbare Speisepumpe (11) zugeordnet ist, wobei der zweite Teilstrom (T_2) den aus dem Niedertemperaturwärmetauscher (3) gebildeten Strahlmediumabschnitt (9) durchströmt und der Strahlpumpe (4) als Strahlmedium zuführbar ist.

6. Wärmetauschermodul (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teilstrom (T_1) des zweiten Mediums (M_2) als Treibmediumstrom direkt zur Strahlpumpe (4) leitbar ist

7. Wärmetauschermodul (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das

erste Medium (M_1) Abgas einer Verbrennungskraftmaschine ist.

8. Wärmetauschermodul (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Medium (M_2) ein Arbeitsmedium eines Rankine-Kreislaufs ist.

9. Wärmetauschermodul (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Speisepumpe (11) und/oder das zumindest eine Drosselement (12) im Wärmetauschermodul (1) integriert angeordnet sind.

10. Verfahren zum Betrieb eines Wärmetauschermoduls (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Wärmetauschermoduls (1) eine thermische Energie von einem ersten Medium (M_1) an ein zweites Medium (M_2) übertragen wird, wobei ein erster Teilstrom (T_1) des zweiten Mediums (M_2) auf einen Verdampfungsdruck gefördert und einer Strahlpumpe (4) als Treibmediumstrom zugeführt wird und ein zweiter Teilstrom (T_2) des zweiten Mediums (M_2) mit im Vergleich zum ersten Teilstrom (T_1) verringerten Druck durch einen Niedertemperaturwärmetauscher (3) geführt wird, wobei die in der Strahlpumpe (4) gemischten Teilströme (T_1 , T_2) einem Hochtemperaturwärmetauscher (2) zugeführt werden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

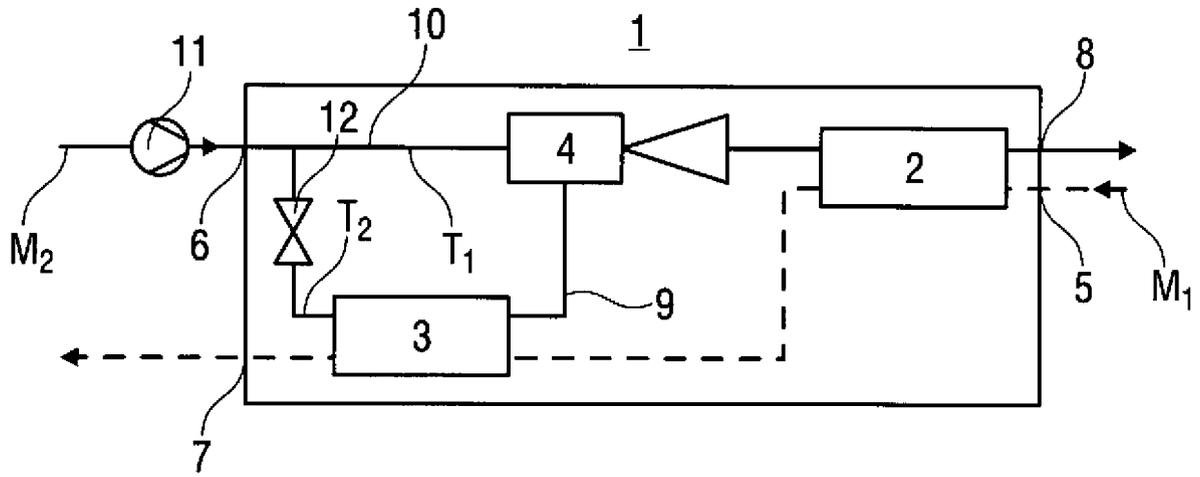


FIG 1

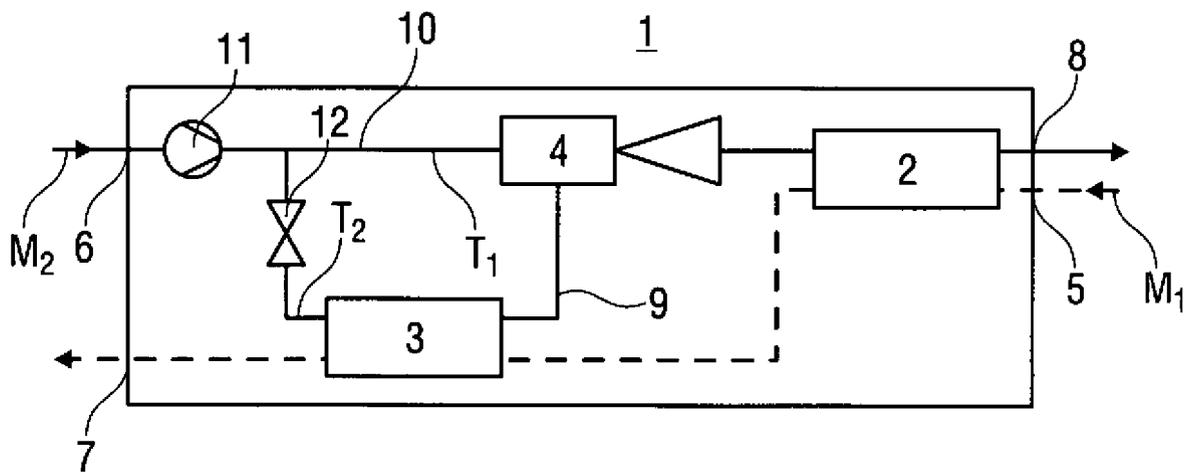


FIG 2

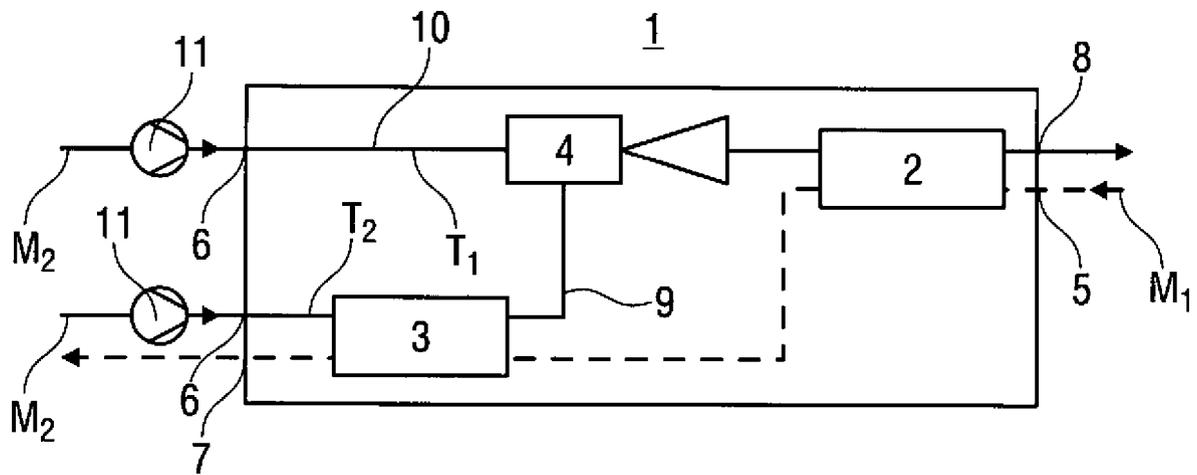


FIG 3

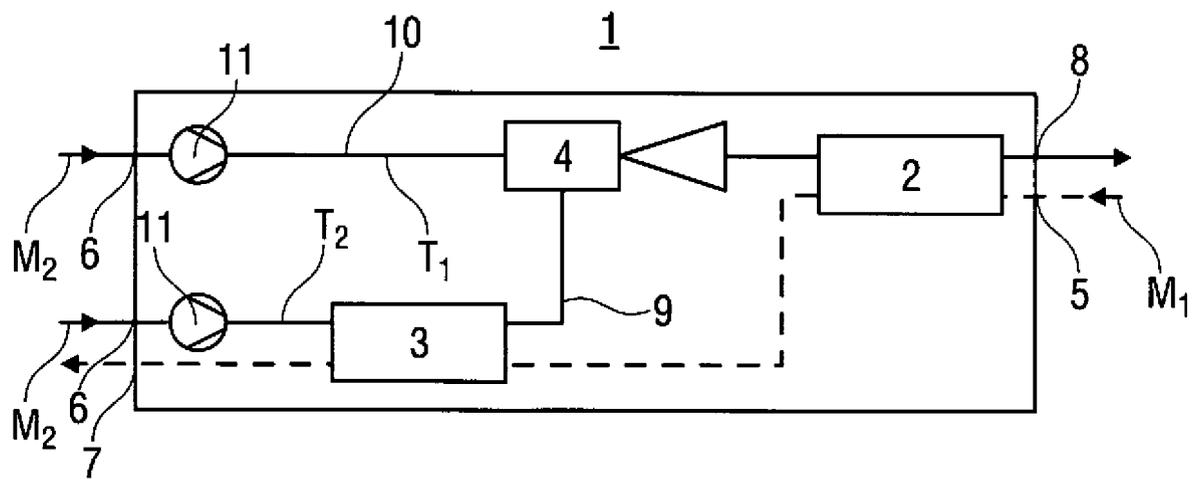


FIG 4