

(19)



(11)

EP 1 754 945 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

21.02.2007 Patentblatt 2007/08

(51) Int Cl.:

F28F 3/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06014107.4**

(22) Anmeldetag: **07.07.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **Behr GmbH & Co. KG**

70469 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:

• **Knaus, Hermann, Dr. Ing**

70192 Stuttgart (DE)

• **Supper, Jens**

70499 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **25.07.2005 DE 102005035249**

(54) Rippe für einen Wärmeübertrager

(57) Die Erfindung betrifft eine Rippe (1) für Wärmeübertrager mit mindestens einer Wärmeübertragerwand, wobei die Rippe (1) mit der Wärmeübertragerwand parallel zueinander angeordnete, durch eine Kanalwand (4) getrennte Strömungskanäle (2, 3) für ein Strömungsmedium bildet.

Es wird vorgeschlagen, dass benachbarte Strömungskanäle (2, 3) unterschiedliche Strömungsquerschnitte (A2, A3) aufweisen und dass in der Kanalwand (4) zwischen benachbarten Strömungskanälen (2, 3) mindestens eine Druckausgleichsöffnung (6) angeordnet ist.

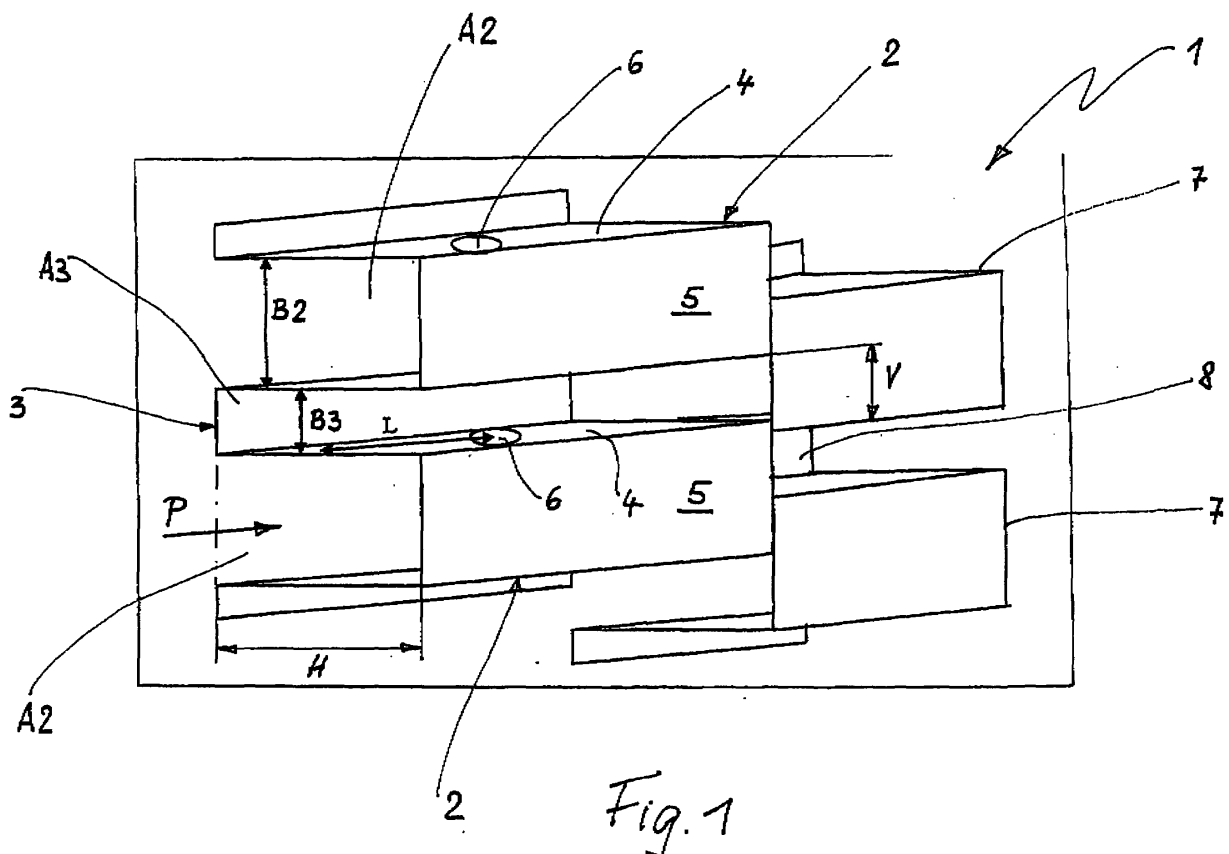


Fig. 1

EP 1 754 945 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rippe für einen Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie einen Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 12.

[0002] Wärmeübertrager, insbesondere solche für Kraftfahrzeuge weisen einen Block bzw. ein Netz auf, welches aus Rohren und Rippen aufgebaut ist, wobei bei einer bevorzugten Ausführungsform Flachrohre mit Wellrippen zum Einsatz kommen. Die Rohre bilden Wärmeübertragerwände und werden von einem zu kühlenden Medium, z. B. einem flüssigen Kühlmittel oder Ladeluft für eine Brennkraftmaschine durchströmt. Die innerhalb und/oder außerhalb der Rohre, insbesondere in oder zwischen den Flachrohren angeordneten Wellrippen oder Stegrippen bilden Strömungskanäle, welche beispielsweise von Luft durchströmbar sind. Die Wellrippen sind als so genannte Kiemenrippen ausgebildet, d. h. auf ihrer Oberfläche sind Kiemenfelder angeordnet, welche den Wärmeübergang der Luft erhöhen und auch eine Umlenkung der Luft von einem Strömungskanal in den benachbarten und zurück bewirken. Derartige mit Kiemen besetzte Wellrippen sind durch eine Vielzahl von Druckschriften bekannt, z. B. die US 3,250,325 oder die US 5,271,458. Die luftseitig über die Rippen abgeführte Wärmemenge sowie der Druckabfall der Luftströmung sind dabei u. a. von Faktoren wie Anzahl der Kiemen, Kiemenwinkel, Kiemenhöhe und Rippendichte abhängig. Da sich die Kiemen nicht über die volle Breite der Wellrippen fertigen lassen, ergibt sich ein inhomogener Wärmeübergang mit so genannten hot spots, welche die Wärmeübertragung begrenzen. Neuere Entwicklungen zur Verbesserung von Kiemenrippen wurden durch die DE 102 35 038 A1 und die DE 102 42 188 der Anmelderin bekannt. Die bekannten Wellrippen werden vorzugsweise für gelötete Flachrohrsysteme, z. B. bei luftgekühlten Kühlmittelkühlern oder Kältemittelkondensatoren für Kraftfahrzeuge eingesetzt. Bei Ladeluftkühlern kommen dagegen häufig so genannte Stegrippen zur Anwendung, d. h. Rippen mit versetzt angeordneten Flanken.

[0003] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Rippe für Wärmeübertrager der eingangs genannten Art bezüglich Wärmeübergang und Druckabfall zu verbessern. Darüber hinaus soll bei einem Wärmeübertrager der Wärmeübergang auf dessen Luftseite erhöht werden, ohne dass der Druckabfall ansteigt.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung wird einerseits durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und andererseits durch die Merkmale des Patentanspruches 5 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0005] Zunächst ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Rippe benachbarte Strömungskanäle mit unterschiedlichen Querschnitten bildet und dass in der Kanalwand zwischen zwei benachbarten Strömungskanälen mindestens eine Druckausgleichsöffnung nach einer gewissen Strömungslänge vorgesehen ist. Der Erfindung

liegt folgende Erkenntnis zu Grunde: die Strömungen in benachbarten Kanälen erfahren aufgrund der unterschiedlichen Strömungsquerschnitte jeweils einen unterschiedlichen Druckabfall, so dass sich nach einer gewissen Strömungslänge eine Druckdifferenz zwischen benachbarten Strömungskanälen ausbildet. Diese Druckdifferenz wird durch die Druckausgleichsöffnung abgebaut, wobei es zu einem Massenaustausch zwischen beiden Strömungskanälen kommt - dies führt zu einer Erhöhung der Fluidbewegung und damit zu einem besseren Wärmeübergang. Durch die Position, Abstände und Größe der Druckausgleichsöffnungen kann die Intensität und der Ort des Massenaustausches sehr fein auf die jeweiligen Erfordernisse abgestimmt werden. Die Druckausgleichsöffnungen können beispielsweise als kreisförmige Öffnungen aus der Kanal- bzw. Rippenwand ausgestanzt werden. Dabei können zur Erhöhung des Massenaustausches die Ränder der Öffnungen angestellt werden, so dass sie als Strömungsleitflächen wirken und einen größeren Massenstrom "einfangen".

[0006] Ferner ist vorgesehen, dass der Strömungsquerschnitt der Strömungskanäle rechteckförmig mit gleicher Höhe, jedoch unterschiedlicher Breite ausgebildet ist. Dies ergibt eine einfache Herstellung der Rippe und eine günstige Verbindung mit der Wärmeübertragerwand. Möglich sind jedoch auch andere Querschnitte, z. B. Trapezquerschnitte.

[0007] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Strömungskanäle in Strömungsrichtung hinter der Druckausgleichsöffnung, also nach erfolgtem Massenaustausch quer zur Strömungsrichtung versetzt, d. h. mit einem definitiven Versatz angeordnet sind. Der Versatz der Kanäle dient dem Ausgleich der Massenströme in den unterschiedlich breiten Kanälen; dadurch wird verhindert, dass der Druckverlust in den Kanälen mit geringerem Strömungsquerschnitt zu stark ansteigt.

[0008] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weisen die Strömungskanäle im Bereich ihres Ein- und/oder Austritts ein Drosselelement auf, wodurch unter Umständen eine gleichmäßigere Strömungsverteilung über die Kanäle ermöglicht wird.

[0009] Die erfindungsgemäße Rippe kann vorteilhaft für Wärmeübertrager mit Flachrohren anstelle der bekannten Wellrippen oder Stegrippen verwendet werden. Hierdurch ergibt sich eine Leistungssteigerung auf der Luftseite, d. h. eine Steigerung des Wärmeüberganges ohne eine Erhöhung des luftseitigen Druckabfalls. Damit kann die Leistung des Wärmeübertragers, vorzugsweise eines Kühlmittelkühlers oder eines Ladeluftkühlers gesteigert werden.

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 ein Rippensegment mit benachbarten Strömungskanälen mit unterschiedlichen Strömungsquerschnitten in perspektivischer Dar-

stellung und
Fig. 2 die Strömungskanäle gemäß Fig. 1 einem Längsschnitt.

[0011] Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt einer Rippe 1, welche Strömungskanäle 2 mit einem großen Strömungsquerschnitt A2 und jeweils benachbarte Strömungskanäle 3 mit einem kleinen Strömungsquerschnitt A3 aufweist. Die Strömungsquerschnitte sind etwa rechteckförmig ausgebildet und weisen eine gemeinsame gleiche Höhe H auf, jedoch unterschiedliche Breiten B2 und B3. Die Strömungsquerschnitte A2, A3 bzw. die Breiten B2, B3 verhalten sich vorzugsweise wie 2 : 1 und wechseln periodisch über die gesamte Länge der Rippe 1, welche hier nur als Segment dargestellt ist. Die Strömungskanäle 2, 3 werden in Richtung des Pfeiles P von einem Strömungsmedium, vorzugsweise Luft durchströmt. Benachbarte Strömungskanäle 2, 3 sind jeweils durch eine Kanalwand 4 voneinander getrennt, wobei die Kanalwände 4 jeweils über einen Steg 5 miteinander verbunden sind und somit eine mäandrierend ausgebildete Rippe 1 bilden. Über die Stege 5 ist die Rippe 1 mit einer nicht dargestellten Wärmeübertragerwand, vorzugsweise der Wand von Flachrohren eines Wärmeübertragers (nicht dargestellt) verbunden. In den Kanalwänden 4 sind in einem Abstand L in Luftströmungsrichtung Druckausgleichsöffnungen 6 angeordnet, über welche ein Massenaustausch der Luftströme erfolgt. An die Strömungskanäle 2, 3 schließen sich insbesondere bei großer Strömungslänge L' (s. Fig. 2) in Luftströmungsrichtung Kanäle 7, 8 an, welche den gleichen Querschnitt A2 bzw. A3 wie die Kanäle 2, 3 aufweisen, jedoch versetzt zu diesen angeordnet sind. Der Versatz V entspricht etwa der Breite B3 des schmalen Kanals 3.

[0012] Fig. 2 zeigt den Ausschnitt der Rippe 1 gemäß Fig. 1 als Längsschnitt durch die Kanäle 2, 3, 7, 8 - wobei gleiche Bezugsziffern verwendet werden. Die Parameter Massendurchsatz $\dot{m}$, Druck p und Temperatur T sind für den eintretenden Luftstrom (Pfeil P) und für die Teilströme in den Kanälen 2, 3, 7, 8 als Kästchen in der Zeichnung dargestellt und erläutern somit die Strömungsverhältnisse vor und hinter den Druckausgleichsöffnungen 6. Der Luftstrom tritt mit den Parametern $\dot{m}_0$, p_0 , T_0 in die Rippe 1 ein, wobei sich im Kanal 3 die Parameter $\dot{m}_1$, p_1 , T_1 und im Kanal 2 die Parameter $\dot{m}_2$, p_2 , T_2 einstellen. Nach der Strömungsanlaufstrecke L haben sich in den Kanälen 2, 3 aufgrund der unterschiedlichen Querschnitte unterschiedliche Druckabfälle eingestellt, so dass sich p_1 und p_2 unterscheiden. Diese Druckdifferenz drängt einen Teilstrom, dargestellt durch eine gestrichelte Linie X, vom Kanal 2 in den benachbarten Kanal 3. In Strömungsrichtung hinter der Druckausgleichsöffnung 6 weisen die jeweiligen Teilströme im Kanal 3 die Parameter $\dot{m}_3$, p_3 , T_3 bzw. im Kanal 2 $\dot{m}_4$, p_4 , T_4 auf, wobei jetzt $p_3 < p_4$, d. h. der Druck p_3 im Kanal 3 ist wesentlich geringer als der Druck p_4 im Kanal 2. Um diesen starken Druckabfall im schmalen Kanal 3 nicht zu groß werden zu lassen, sind die anschließenden Kanäle

7, 8 versetzt zu den stromaufwärtigen Kanälen 2, 3 angeordnet. Der Luftstrom aus Kanal 3 strömt somit in den Kanal 7, der einen wesentlich größeren Strömungsquerschnitt aufweist. Der Luftstrom aus Kanal 2 verteilt sich auf die beiden Kanäle 7, 8, wobei der Strömungsquerschnitt des Kanals 8 kleiner als der des Strömungskanals 7 ist. Im schmalen Strömungskanal 8 bildet sich im Vergleich zum breiteren Strömungskanal 7 ein stärkerer Druckabfall der Luftströmung aus, so dass der Druck p_5 im Strömungskanal 7 größer als der Druck p_6 im Strömungskanal 8 ist. Dies führt zu einer Querströmung aus dem Kanal 7 über die Druckausgleichsöffnung 6 in den Kanal 8 entsprechend der gestrichelten Linie X. Das dargestellte Rippenmuster kann periodisch in Luftströmungsrichtung P und quer zur Luftströmungsrichtung P fortgesetzt werden. Durch die Querströmung entsprechend der gestrichelten Linie X ergibt sich eine Beschleunigung der Strömung und damit ein verbesserter Wärmeübergang, ohne dass der Druckabfall der Strömung ansteigt.

[0013] Die dargestellte und beschriebene Rippe 1 kann vorteilhaft für Wärmeübertrager mit Flachrohren eingesetzt werden, wie sie aus dem eingangs genannten Stand der Technik mit Kiemenwellrippen oder Stegrippen bekannt sind. Die erfindungsgemäße Rippe 1 tritt neben oder an die Stelle der bekannten Kiemenwellrippe oder Stegrippe und kann ebenso mit oder in den Flachrohren verlötet werden. Die erfindungsgemäße Rippe kann somit vorteilhaft für luftgekühlte Kühlmittelkühler oder Ladeluftkühler von Kraftfahrzeugen eingesetzt werden.

Patentansprüche

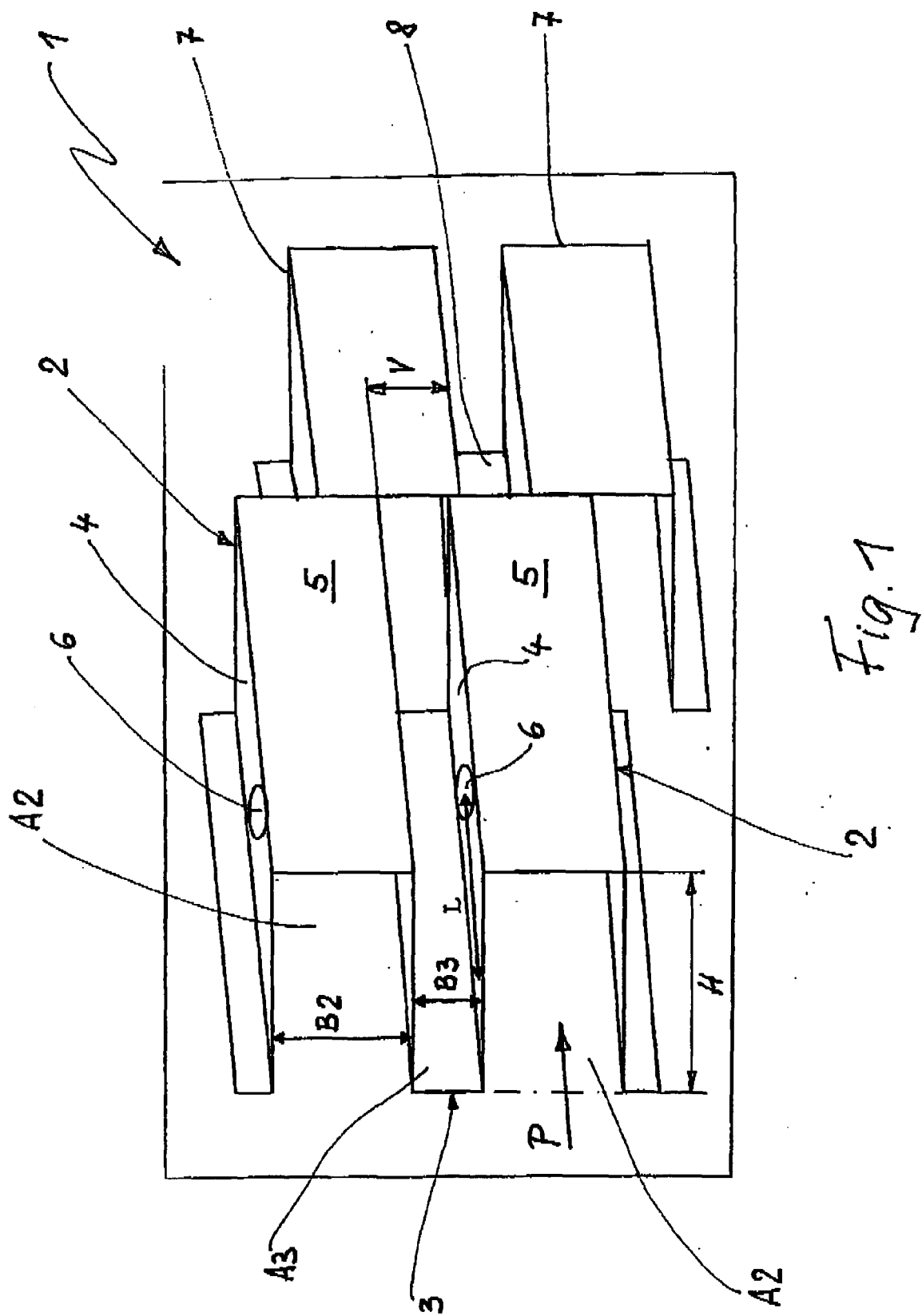
1. Rippe (1) für Wärmeübertrager mit mindestens einer Wärmeübertragerwand, wobei die Rippe (1) mit der Wärmeübertragerwand parallel zueinander angeordnete, durch eine Kanalwand (4) getrennte Strömungskanäle (2, 3) für ein Strömungsmedium bildet, **dadurch gekennzeichnet, dass** benachbarte Strömungskanäle (2, 3) unterschiedliche Strömungsquerschnitte (A2, A3) aufweisen.
2. Rippe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Kanalwand (4) zwischen benachbarten Strömungskanälen (2, 3) mindestens eine Druckausgleichsöffnung (6) angeordnet ist.
3. Rippe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis benachbarter Strömungsquerschnitte (A2, A3) zwischen 1 : 1 und 5 : 1, insbesondere etwa 2 : 1 beträgt.
4. Rippe nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckausgleichsöffnung (6) in Strömungsrichtung (P) in einem Abstand L angeordnet ist.

5. Rippe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungskanäle (2, 3) einen etwa rechteckförmigen Querschnitt (A2, A3) aufweisen. 5
6. Rippe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungskanäle (2, 3) gleiche Höhe (H), jedoch unterschiedliche Breiten (B2, B3) aufweisen. 10
7. Rippe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Strömungsrichtung (P) hinter den Druckausgleichsöffnungen (6) Kanäle (7, 8) angeordnet sind, welche gegenüber den stromaufwärtigen Kanälen (2, 3) einen Versatz (V) quer zur Strömungsrichtung (P) aufweisen. 15
8. Rippe nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Versatz (V) etwa der Breite (B3) des schmalen Kanals (3) entspricht. 20
9. Rippe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeübertragerwand als mindestens ein von einem Fluid durchströmbares Rohr ausgebildet ist. 25
10. Rippe nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungskanäle (2, 3, 7, 8) zwischen den Rohren angeordnet sind. 30
11. Rippe nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungskanäle (2, 3, 7, 8) in den Rohren angeordnet sind.
12. Wärmeübertrager mit einem Block, bestehend aus Flachrohren und zwischen den Flachrohren angeordnete Rippen, wobei die Rippen von Luft durchströmbare Kanäle bilden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rippen nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet sind. 35 40
13. Verwendung des Wärmeübertragers nach Anspruch 10 als Kühlmittel- oder Ladeluftkühler. 45

45

50

55



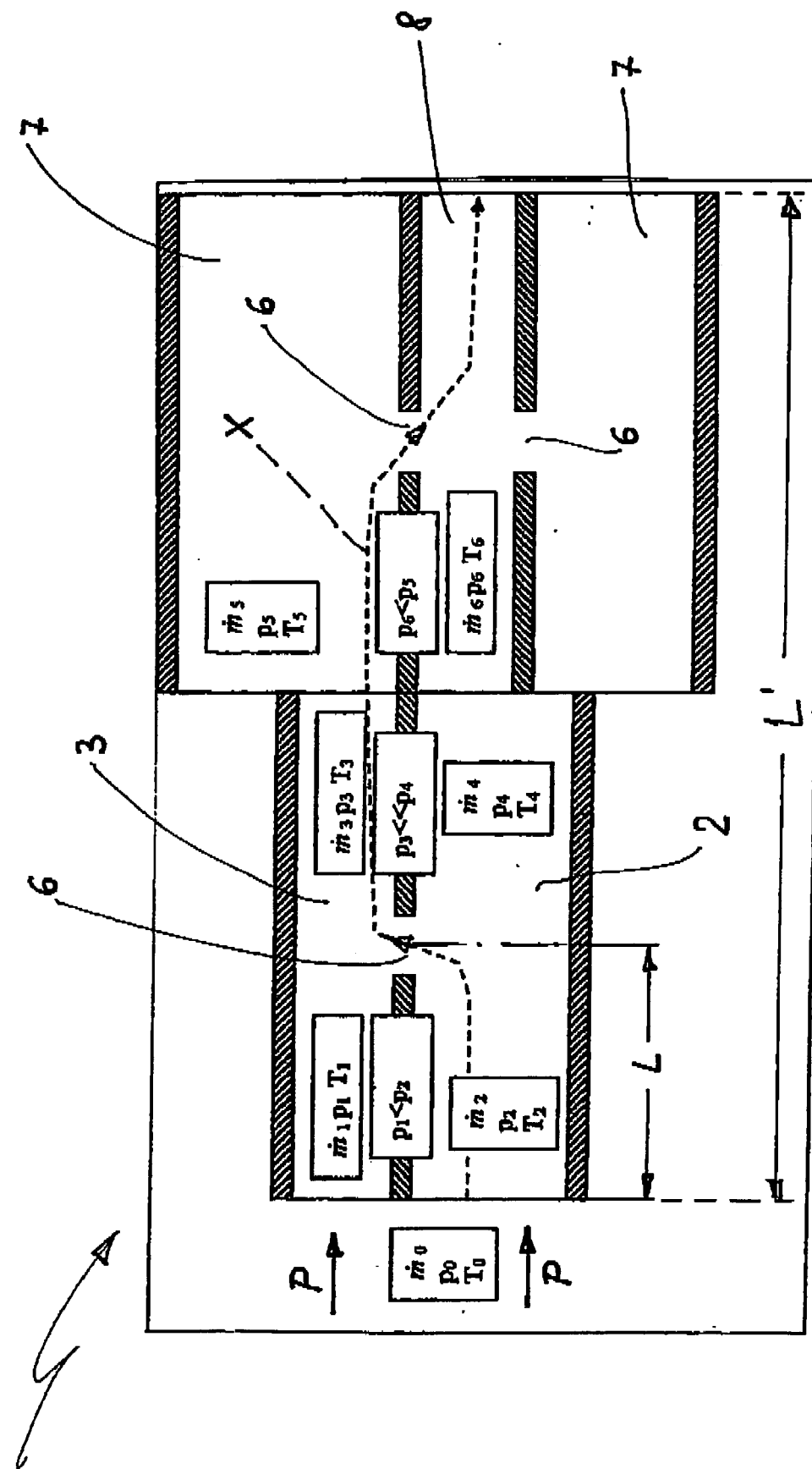


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 3250325 A [0002]
- US 5271458 A [0002]
- DE 10235038 A1 [0002]
- DE 10242188 [0002]