



(10) **DE 10 2012 204 151 A1** 2013.09.19

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 204 151.6**

(22) Anmeldetag: **16.03.2012**

(43) Offenlegungstag: **19.09.2013**

(51) Int Cl.: **F28F 9/02** (2012.01)

F28D 7/00 (2012.01)

F02G 5/02 (2012.01)

(71) Anmelder:
Behr GmbH & Co. KG, 70469, Stuttgart, DE

(74) Vertreter:
**Grauel, Andreas, Dipl.-Phys. Dr. rer. nat., 70191,
Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:
**Irmeler, Klaus, Dipl.-Ing., 72072, Tübingen, DE;
Geskes, Peter, Dr.-Ing., 73760, Ostfildern, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

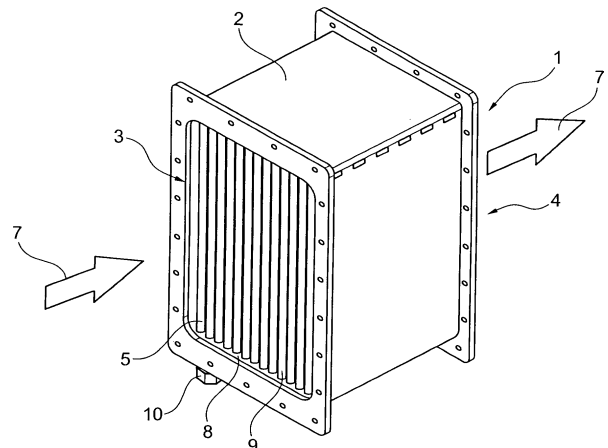
DE	39 21 531	A1
DE	11 2005 000 797	T5
US	2002 / 0 134 538	A1
US	2 950 092	A
US	3 430 692	A
US	2 064 036	A
EP	2 131 131	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Wärmeübertrager**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Wärmeübertrager, wie insbesondere Abgasverdampfer, mit einem Gehäuse mit einem Fluideintritt und einem Fluidaustritt für ein erstes Medium, wie insbesondere Abgas, mit in dem Gehäuse quer zur Strömungsrichtung des ersten Fluids angeordneten Rohren, die von einem zweiten Medium durchströmbar sind und einlassseitig und auslassseitig in einem Rohrboden mit ihren Enden angeordnet und fluiddicht verbunden sind, wobei mit dem jeweiligen Rohrboden jeweils eine Struktur verbunden ist, mittels welcher Gruppen von Rohren derart miteinander verbunden sind, dass ein Auslass zumindest eines Rohrs mit einem Einlass zumindest eines anderen Rohrs fluidverbunden ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, wie insbesondere einen Abgasverdampfer, mit einem Gehäuse mit einem Fluideintritt und einem Fluidaustritt für ein erstes Medium, wie insbesondere Abgas, mit in dem Gehäuse quer zur Strömungsrichtung des ersten Fluids angeordneten Rohren, die von einem zweiten Medium durchströmbar sind und einlassseitig und auslassseitig in einem Rohrboden mit ihren Enden angeordnet und fluiddicht verbunden sind.

Stand der Technik

[0002] Bei Kraftfahrzeugen ist ein allgemeiner Trend, den Kraftstoffverbrauch zu reduzieren. Ein nicht unerheblicher Anteil des Energieinhalts des Kraftstoffs wird bei der Verbrennung im Verbrennungsmotor in das heiße Abgas übertragen, welches oftmals ungenutzt das Fahrzeug verlässt und somit wird ein nicht unerheblicher Anteil des Energieinhalts nicht genutzt.

[0003] Zur weiteren Absenkung des Kraftstoffverbrauchs von Fahrzeugen, wie bei Nutzfahrzeugen oder Personenkraftwagen, ist es daher zweckmäßig, einen Teil des Energieinhalts des heißen Abgases für den Antrieb des Kraftfahrzeugs wieder zurückzugewinnen.

[0004] Zu dieser Energierückgewinnung sind derzeit verschiedenen Methoden in der Erprobung. So gibt es Ansätze, den Energieinhalt elektrisch mittels Thermoelementen zurückzugewinnen. Dies ist derzeit jedoch noch auf geringe Leistungen beschränkt, so dass nur etwa 1 kW bei Personenkraftwagen damit erzielt wird.

[0005] Diese Rückgewinnung kann thermisch erfolgen, d. h. die Energie des Abgases wird zur Beheizung des Fahrgastinnenraumes oder zur Beheizung des Motors und/oder Getriebes verwendet.

[0006] In einer seit einiger Zeit diskutierten Variante wird dem Abgas zwar auch thermische Energie entnommen, aber die Energie wird in mechanischer Form dem Motor zurückgeführt. Das Verfahren basiert auf einem Dampfkraftprozeß, bei dem ein bestimmtes geeignetes Medium in einem Verdampfer verdampft und überhitzt wird und in einem Expander oder in einer Turbine entspannt wird, so dass mechanische Energie erzeugt wird.

[0007] Die Verdampfung des Mediums erfolgt mittels einer Beheizung über das heiße Abgas. Zur Erreichung eines möglichst hoher Wirkungsgrade ist es dabei zweckmäßig, wenn das Medium auf einen

höheren Druck gebracht werden kann. Bei Wasser als Medium können dabei etwa 40–50 bar erreichbar sein. Bei der Verwendung von organischen Kältemitteln sind Drücke bis etwa 30 bar vorteilhaft.

[0008] Das zu verdampfende Medium wird in einem so genannten Verdampfer in einem ersten Schritt auf Siedetemperatur aufgeheizt, dann verdampft und anschließend überhitzt. Dies kann in einem Fahrzeug an zwei verschiedenen Orten passieren. Zum Ersten kann in einem Verdampfer, der anstelle des Abgaskühlers oder zusätzlich zu diesem eingesetzt wird, Wärme aus dem Abgas entzogen werden, um das zu verdampfende Fluid zu verdampfen. Zum Zweiten kann auch der Hauptabgasstrom als Wärmequelle genutzt werden, um in einem sogenannten Hauptabgasverdampfer ebenfalls ein Fluid zu verdampfen.

[0009] Aus der Klimatechnik für Fahrzeuge sind sogenannte Scheibenverdampfer gemäß der WO 2011/051163 A2 bekannt geworden, bei denen Rippen zwischen Scheibenpaaren eingelötet werden und bei welchen eine Reihe solcher Scheibenpaare parallel zueinander verschaltet werden. Dabei durchströmt ein Fluid die Scheibenpaare und ein anderes Fluid umströmt diese üblicher Weise. In den Scheiben verdampft dann das durchströmende Fluid, wenn das Abgas die Scheiben umströmt.

[0010] Verdampfer, die aus Scheiben und Rippen bestehen, haben eine hohe Leistungsdichte, die es ermöglicht, auch für Fahrzeuge sehr kompakte Hochleistungsverdampfer bereitzustellen. Nachteilig ist aber, dass solche Verdampfer relativ teuer sind in der Herstellung.

Darstellung der Erfindung,
Aufgabe, Lösung, Vorteile

[0011] Es ist die Aufgabe der Erfindung, einen Wärmeübertrager zu schaffen, welcher gegenüber dem Stand der Technik einfach und dennoch kostengünstig herzustellen ist und eine gute Leistungsdichte aufweist.

[0012] Diese Aufgabe wird erreicht mit den Merkmalen von Anspruch 1.

[0013] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel offenbart einen Wärmeübertrager, wie insbesondere Abgasverdampfer, mit einem Gehäuse mit einem Fluideintritt und einem Fluidaustritt für ein erstes Medium, wie insbesondere Abgas, mit in dem Gehäuse quer zur Strömungsrichtung des ersten Fluids angeordneten Rohren, die von einem zweiten Medium durchströmbar sind und einlassseitig und auslassseitig in einem Rohrboden mit ihren Enden angeordnet und fluiddicht verbunden sind, wobei mit dem jeweiligen Rohrboden jeweils eine Struktur verbunden ist, mittels welcher Gruppen von Rohren derart miteinander

verbunden sind, dass ein Auslass zumindest eines Rohrs mit einem Einlass zumindest eines anderen Rohrs fluidverbunden ist. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn der jeweilige Auslass von einer Gruppe von Rohren mit einem jeweiligen Einlass von einer Gruppe von Rohren verbunden ist.

[0014] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Struktur aus einer Umlenkplatte und einer Abdeckplatte besteht, wobei die Umlenkplatte Öffnungen aufweist, die die Auslässe der einen Rohre mit den Einlässen des anderen Rohre verbindet, und wobei die Abdeckplatte die Umlenkplatte fluiddicht abdeckt. So ist die Umlenkplatte mit dem Rohrboden verbunden und weist Öffnungen auf, innerhalb welcher ein- und Auslässe einer vorgebbaren Anzahl von Rohren in Fluidverbindung sind.

[0015] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Umlenkplatte auf den jeweiligen Rohrboden aufgesetzt und mit diesem verbunden ist, wobei die Abdeckplatte auf die jeweilige Umlenkplatte aufgesetzt und mit dieser verbunden ist.

[0016] Auch ist es zweckmäßig, wenn die Umlenkplatte mit dem jeweiligen Rohrboden einteilig ausgebildet ist, wobei die Abdeckplatte auf die jeweilige Umlenkplatte aufgesetzt und mit dieser verbunden ist.

[0017] Auch ist es bei einem weiteren Ausführungsbeispiel vorteilhaft, wenn die Umlenkplatte mit der jeweiligen Abdeckplatte einteilig ausgebildet ist, wobei die Umlenkplatte und die Abdeckplatte auf den jeweiligen Rohrboden aufgesetzt und mit diesem verbunden sind.

[0018] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Rohre in Reihen angeordnet sind, wobei die Umlenkplatte Fluid zwischen Rohren unterschiedlicher Reihen umlenkt. Dies bedeutet, dass die Umlenkplatte Fluid aus einem ersten Rohr oder aus einer Gruppe von ersten Rohren in ein zweites Rohr oder in eine Gruppe von zweiten Rohren umlenkt, wobei die ersten Rohre und die zweiten Rohre bevorzugt in einer unterschiedlichen Reihe von Rohren angeordnet sind.

[0019] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Rohre in Reihen angeordnet sind, wobei die Umlenkplatte Fluid zwischen Rohren einer Reihen umlenkt. Dies bedeutet, dass die Umlenkplatte Fluid aus einem ersten Rohr oder aus einer Gruppe von ersten Rohren in ein zweites Rohr oder in eine Gruppe von zweiten Rohren umlenkt, wobei die ersten Rohre und die zweiten Rohre bevorzugt in einer gleichen Reihe von Rohren angeordnet sind.

[0020] Auch ist es vorteilhaft, wenn die Reihen von Rohren in Segmenten angeordnet sind, wobei die

Umlenkplatte Fluid von einem Segment in ein anderes Segment umlenkt.

[0021] Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn zumindest in einem Segment eine Mehrzahl von Rohren parallel geschaltet sind.

[0022] Auch ist es vorteilhaft, wenn zumindest in einem Segment eine Mehrzahl von parallel geschalteten Rohren in Serie miteinander verschaltet sind.

[0023] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind durch die nachfolgende Figurenbeschreibung und durch die Unteransprüche beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0024] Nachstehend wird die Erfindung auf der Grundlage zumindest eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0025] [Fig. 1](#) ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers in dreidimensionaler Ansicht,

[0026] [Fig. 2](#) eine Ansicht des Wärmeübertragers von der Seite,

[0027] [Fig. 3](#) eine Teilansicht eines Sammelbereichs,

[0028] [Fig. 4](#) eine Teilansicht eines Sammelbereichs,

[0029] [Fig. 5](#) eine Teilansicht eines Sammelbereichs,

[0030] [Fig. 6](#) eine Ansicht des Wärmeübertragerkerns,

[0031] [Fig. 7](#) eine Ansicht eines vorderen Umlenkbereichs des Wärmeübertragers,

[0032] [Fig. 8](#) eine Ansicht eines hinteren Umlenkbereichs des Wärmeübertragers,

[0033] [Fig. 9](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer Ansicht eines vorderen Umlenkbereichs,

[0034] [Fig. 10](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer Ansicht eines vorderen Umlenkbereichs,

[0035] [Fig. 11](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer Ansicht eines vorderen Umlenkbereichs, und

[0036] [Fig. 12](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer Ansicht eines vorderen Umlenkbereichs.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0037] Die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen einen Wärmeübertrager **1**, der im Ausführungsbeispiel der [Fig. 1](#) als Abgasverdampfer ausgeführt ist. Dabei wird der Abgasverdampfer von einem ersten Fluid, hier vorzugsweise Abgas, und von ein zweites Fluid, hier einem zu verdampfenden Fluid durchströmt. Das Abgas überträgt Wärme auf das zu verdampfende Fluid und verdampft dieses. Der Wärmeübertrager **1** weist dabei ein Gehäuse **2** mit einem Fluideintritt **3** und einem Fluidaustritt **4** für ein erstes Fluid auf. Das Abgas durchströmt das Gehäuse von dem Eintritt **3** zum Austritt **4**, wobei zwischen Eintritt **3** und Austritt **4** eine Reihe von Rohren **5** bevorzugt quer zur Strömungsrichtung **7** des ersten Fluids angeordnet sind, die von einem zweiten Fluid durchströmbar sind. Zur Verbesserung des Wärmeübertrags zwischen dem ersten Fluid und dem zweiten Fluid sind außen um die Rohre **5** bzw. zwischen den Rohren **5** den Wärmeübergang fördernde Rippen **6** vorgesehen. Diese können dabei als Wellrippen oder als plane Rippen oder Turbulenzerzeuger vorgesehen sein. Die Rohre **5** für die Durchströmung des zweiten Fluids sind vorzugsweise Rundrohre oder Flachrohre. Diese sind vorzugsweise auch auf beiden Seiten mit ihren Enden in Rohrböden fluiddicht aufgenommen. Die Rohre **5** sind dabei bevorzugt einlassseitig und auslassseitig in einem Rohrboden **8** mit ihren Enden **9** angeordnet und fluiddicht verbunden sind.

[0038] Der Wärmeübertrager ist zum Einlass des zweiten Fluid mit einem Einlassstutzen **10** und zum Auslass mit einem Auslassstutzen **11** verbunden. Vom Einlass ausgehend verteilt sich das Fluid auf eine erste Anzahl von Rohren. Diese werden von dem zweiten Fluid bevorzugt parallel durchströmt.

[0039] Anschließend wird das Fluid an den gegenüberliegenden Enden dieser Rohre in eine weitere Anzahl anderer Rohre umgelenkt. Diese werden von dem zweiten Fluid wiederum durchströmt.

[0040] Zur Umleitung des Fluids ist mit dem jeweiligen Rohrboden **8** jeweils eine Struktur **12** verbunden, mittels welcher Gruppen von Rohren **5** derart miteinander verbunden sind, dass ein Auslass **15** zumindest eines Rohrs **5** mit einem Einlass **16** zumindest eines anderen Rohrs **5** fluidverbunden ist.

[0041] Die Struktur **12** besteht dabei aus zumindest einer Umlenkplatte **13** und einer Abdeckplatte **14**, die aufeinanderliegend ausgebildet und angeordnet sind. Die Abdeckplatte **14** deckt dabei die Umlenkplatte **13** fluiddicht ab. Bevorzugt ist die Abdeckplatte **14** mit der Umlenkplatte **13** verschweißt oder verlötet oder verklebt oder gar einteilig ausgebildet.

[0042] Die Umlenkplatte **13** weist dabei Öffnungen auf, die die Auslässe **15** der einen Rohre **5** mit den Einlässen **16** des anderen Rohre **5** verbinden.

[0043] Die Rohre **5** sind dabei auf mindestens einer Seite in dem Rohrboden **8** in Öffnungen **17** eingesteckt, wo die Rohre mit dem Boden verlötet oder verschweißt sind.

[0044] Als Material für die Rohre und Rohrböden kann Aluminium aber besonders bevorzugt Edelstahl eingesetzt werden. Auch kann der gesamte Wärmeübertrager aus Aluminium oder Edelstahl bestehen.

[0045] Die Umlenkplatte **13** weist Öffnungen oder Kanalstrukturen auf, die dazu geeignet sind, Auslässe von Rohren mit Einlässen anderer Rohre zu verbinden.

[0046] Alternativ zu der getrennten Ausbildung von Rohrboden **8**, Umlenkplatte **13** und Abdeckplatte **14** kann es auch vorteilhaft sein, wenn die Umlenkplatte mit dem Rohrboden zu einem Teil ausgebildet ist oder die Umlenkplatte mit der Abdeckplatte als ein Teil ausgebildet ist. In [Fig. 4](#) ist gezeigt, dass die Umlenkplatte mit dem Rohrboden zu einem Teil **18** ausgebildet ist. In [Fig. 5](#) ist gezeigt, dass die Umlenkplatte mit der Abdeckplatte zu einem Teil **19** ausgebildet ist.

[0047] Dabei ist das gemeinsame Teil **18** bzw. **19** jeweils auf das andere Teil **14** bzw. **8** aufgesetzt und mit diesem fluiddicht verbunden.

[0048] Dabei kann der Rohrboden auch so gestaltet, wie beispielsweise gefräst sein, dass der so multifunktional abgeänderte Rohrboden auch zusätzlich die Aufgabe der Fluidverteilung übernimmt und als Kombination von Bodenplatte und Umlenkplatte fungiert. Dann wird nur eine Abdeckplatte aufgesetzt und mit dem Boden verbunden. Entsprechend kann das Teil **19** ebenfalls als gefrästes Bauteil fungieren, welches Umlenkplatte und Abdeckplatte integriert.

[0049] Weiterhin können der Rohrboden und/oder die Umlenkplatte und/oder die Abdeckplatte auch als ein Gußteil ausgebildet sein, das eine entsprechende Struktur mit vertieften integrierten Öffnungen zur Verteilung des Mediums aufweist.

[0050] Die Verbindung der zwei bzw. drei Elemente Rohrboden, Umlenkplatte und Abdeckplatte erfolgt vorteilhaft über eine Verschweißung, Verlötung oder Verschraubung, wobei auch eine Kombination der Verbindungsmöglichkeiten eingesetzt werden kann. Dazu kann die obere Platte auch Löcher besitzen, um an bestimmten Punkten über die Fläche verteilt, per Schweißverfahren die Platten miteinander zu verbinden.

[0051] Insbesondere um eine gute Lötverbindung zu erzielen, können die 3 Platten mittels Nieten oder Heftschweißpunkten zueinander fixiert und aneinander gepresst werden, alternativ über Schweißpunkte, Prägungen oder auch Verschraubungen.

[0052] Die Umlenkplatte enthält Öffnungen als Strukturen, um von mindestens einem Rohr das Medium zu sammeln und auf mindestens ein anderes Rohr wieder zu verteilen. Vorzugsweise wird aus bis zu 4 oder mehr Rohren das zu verdampfende Fluid in der Öffnungen gesammelt und dann auf bis zu 4 oder mehr andere Rohre wieder aufgeteilt. Bei jeder Sammlung und Verteilung des Fluides werden thermische Instabilitäten die zur ungleichmäßigen Massenstromverteilung in den Rohren führen, und damit zu unterschiedlichen Temperaturen und oder Dampfgehalten, weitestgehend ausgeglichen. Damit können Instabilitätseffekte, die zu erheblichen Leistungseinbußen führen, kompensiert werden.

[0053] Das ist auch ein wesentlicher Vorteil der 2 Sandwichböden gegenüber der Lösung mit Rohrbögen und nur einem Sandwichboden. Damit finden die Vermischungsprozesse in beiden Böden statt.

[0054] Die [Fig. 6](#) zeigt schematisch einen Kern **20** des Wärmeübertragers **1**, bei welchem eine Vielzahl von Rohren **5** angeordnet ist. Diese Rohre **5** sind zwischen den als Umlenkbereichen ausgebildeten Verteilerplatten **21**, **22** angeordnet und dort in Rohrböden und Umlenk- und Abdeckplatten aufgenommen.

[0055] Die Verteilerplatten **21**, **22** sind dabei in Abgasströmungsrichtung **23** betrachtet in einzelne Segmente **24**, **25**, **26**, **27**, **28** und **29** unterteilt. innerhalb eines Segmentes **24** bis **29** sind wiederum eine Anzahl von Rohrreihen **30**, **31** vorgesehen. im Beispiel der [Fig. 6](#) sind je Segment zwei Rohrreihen vorgesehen. Idealerweise besteht ein Segment nur aus wenigen Rohrreihen, beispielsweise aus zwei Rohrreihen in Abgasströmungsrichtung, so dass der Temperaturgradient über ein Segment möglichst klein ist und damit alle Rohre nahezu mit der gleichen Abgastemperatur beaufschlagt werden. In Abhängigkeit des Arbeitsmediums können aber auch bis zu 6-Rohrreihen ein Segment bilden, bzw. mehrere Segmente miteinander parallel verschaltet werden.

[0056] Im Ausführungsbeispiel der [Fig. 6](#) werden weiterhin je Rohrreihe **30**, **31** bis zu 4 Rohre senkrecht zur Abgasströmungsrichtung parallel geschaltet.

[0057] Wie in [Fig. 6](#) zu erkennen ist, strömt das zweite Fluid im Bereich der Rohrenden **32** ein und verteilt sich auf vier Rohre **5**. Das Fluid strömt durch diese Rohre zu den Enden dieser Rohre auf der gegenüberliegenden Seite und strömt dort in den Bereich **33** aus. Der Umlenkbereich **35** lenkt das Fluid in die

Einlässe des Bereichs **34**, von wo das Fluid durch die diesbezüglichen Rohre wieder zurück zum Bereich **36** strömt. Anschließend wird das Fluid durch den Umlenkbereich **37** auf den Bereich **38** der Rohrenden umgelenkt und verteilt, so dass das Fluid nun durch Rohre zurückströmt, die unterhalb des ersten Durchgangs liegen.

[0058] So wird das erste Segment in alternierenden Durchströmungen durchströmt und das Fluid tritt vom Bereich **39** schließlich aus dem Segment aus und wird am Übertritt **40** vom ersten Segment **29** in das zweite Segment **28** umgeleitet.

[0059] Anschließen erfolgt die entsprechende Durchströmung des zweiten Segments **28** bis das Fluid am Übertritt **41** in das dritte Segment **27** überströmt. Anschließen erfolgt die entsprechende Durchströmung des dritten Segments **27** bis das Fluid am Übertritt **42** in das vierte Segment **26** überströmt. Anschließen erfolgt die entsprechende Durchströmung des vierten Segments **26** bis das Fluid am Übertritt **43** in das fünfte Segment **25** überströmt. Anschließen erfolgt die entsprechende Durchströmung des fünften Segments **25** bis das Fluid am Übertritt **44** in das sechste Segment **24** überströmt. Anschließen erfolgt die entsprechende Durchströmung des sechsten Segments **24** bis das Fluid am Austritt **4** aus dem sechsten Segment **24** ausströmt.

[0060] Die [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) zeigen noch einmal die Anschlusskonfiguration der Rohre am vorderen bzw. am hinteren Umlenkbereich. Es ist zu erkennen, dass jeweils vier Rohre parallel geschaltet sind und eine Umlenkung von Fluid aus vier Rohren in vier andere Rohre erfolgt. Dabei tritt das Fluid auf der Vorderseite gemäß [Fig. 7](#) in Rohre **5** ein, aus welchen es an der hinteren Seite austritt. Daher sind die Rohre **5** im vorderen Umlenkbereich gemäß [Fig. 7](#) auch mit den komplementären Eintritts bzw. Austritten als in [Fig. 8](#) gekennzeichnet.

[0061] Die [Fig. 9](#) zeigt eine entsprechende Ansicht von sechs Segmenten **50** bis **55**, die jeweils zwei Reihen von Rohren aufweisen. Dabei sind jeweils drei Rohre zu einem Durchgang **56** zusammengefasst und parallel geschaltet. Bei Durchgang **56** strömt das Fluid ein und durchströmt die Rohre zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe umgelenkt. Anschließend durchströmt das Fluid die nächsten drei Rohre und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in drei weitere Rohre umgelenkt. Danach durchströmt das Fluid die Rohre zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid wieder von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe umgelenkt. Anschließend durchströmt das Fluid die nächsten drei Rohre und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in drei weitere Rohre umgelenkt. Dies erfolgt so lange, bis

das Fluid im Bereich **57** aus den Rohren ausströmt und durch den Übertritt **58** in das nächste Segment übergeleitet wird. Der Übertritt kann vorzugsweise in der Umlenkplatte integriert sein oder durch einen externen Übertritt per Rohr erfolgen.

[0062] Die Durchströmung des Wärmeübertragers der [Fig. 9](#) zeigt einen Unterschied zum vorhergehenden Ausführungsbeispiel. In [Fig. 9](#) erfolgt die Umlenkung des Fluids in der vorderen Umlenkplatte von Rohren einer in Rohre der gleichen Reihe gemäß Öffnung **60**, während in der hinteren Umlenkplatte eine Umlenkung von Rohren einer Reihe in Rohre einer anderen Reihe gemäß Öffnung bzw. Öffnungen **59** erfolgt.

[0063] Die [Fig. 10](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer weiteren Ansicht, wobei sechs Segmente **70** bis **75** jeweils zwei Reihen **76**, **77** von Rohren aufweisen. Wie zu erkennen ist, sind die Segmente **71** und **72** zu einer gemeinsamen parallel geschalteten Segment zusammen gefasst. Gleiches gilt für die Segmente **73** und **74**.

[0064] Weiterhin sind jeweils drei Rohre zu einem Durchgang **78** zusammengefasst und parallel geschaltet. Bei Durchgang **78** strömt das Fluid ein und durchströmt die Rohre zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe durch Öffnungen **79** in der Umlenkplatte umgelenkt. Anschließend durchströmt das Fluid die nächsten drei Rohre und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in drei weitere Rohre durch die Öffnung **80** der vorderen Umlenkplatte umgelenkt. Danach durchströmt das Fluid die Rohre zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid wieder von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe umgelenkt. Anschließend durchströmt das Fluid die nächsten drei Rohre und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in drei weitere Rohre umgelenkt. Dies erfolgt so lange, bis das Fluid im Bereich **81** aus den Rohren ausströmt und durch den Übertritt **82** in das nächste Segment **71**, **72** übergeleitet wird. Der Übertritt **82** kann vorzugsweise in der Umlenkplatte integriert sein oder durch einen externen Übertritt per Rohr erfolgen.

[0065] In den Segmenten **71**, **72** erfolgt die Durchströmung wie in dem Segment **70**, wobei diese allerdings parallel geschaltet sind und der Fluideintritt in die Bereiche **83** und **84** parallel erfolgt. Anschließend werden die Rohre der Segmente **71** und **72** wie die Rohre des Segments **70** durchströmt, bevor das Fluid bei den Bereichen **85** und **86** wieder aus dem Segment ausgeleitet und in die parallel geschalteten Segmente **73** und **74** mittels des Übertritts **87** übergeleitet wird. In den Segmenten **73** und **74** erfolgt die Durchströmung wie in den Segmenten **71** und **72**. Anschließend wird das Fluid aus den Segmenten **73** und

74 gesammelt und in des abschließende Segment **75** eingeleitet, wo es wie im eingangsseitigen Segment **70** das Segment **75** durchströmt, bevor es aus dem Wärmeübertrager ausgelassen wird.

[0066] Die [Fig. 11](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer weiteren Ansicht, wobei sechs Segmente **90** bis **95** jeweils zwei Reihen **96**, **97** von Rohren aufweisen. Wie zu erkennen ist, sind die Segmente **90** und **91** zu einer gemeinsamen parallel geschalteten Segment zusammen gefasst. Gleiches gilt für die Segmente **92**, **93** und **94**, die zu einem gemeinsamen Segment zusammen gefasst sind.

[0067] In den Segmenten **90** und **91** bzw. in den Segmenten **92** bis **94** wird jeweils nur ein Rohr **98** parallel zu einem Rohr **99** des anderen Segments durchströmt. Innerhalb des Segments werden die Rohre **98** nur seriell durchströmt. Dies erfolgt bis zum Mitte des Segments. Dort strömt das Fluid aus den Rohren **101**, **102** der beiden Segmente aus. Dort liegt eine Mischzone **100** vor, so dass das Fluid aus dem ersten Segment **90** sich mit dem Fluid des zweiten Segments **91** mischen kann, bevor es wieder auf die Rohre **103**, **104** der Segmente verteilt.

[0068] Bei Durchgang **98** strömt das Fluid ein und durchströmt ein Rohr zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe durch eine Öffnung **105** in der Umlenkplatte umgelenkt.

[0069] Anschließend durchströmt das Fluid das nächste Rohr und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in ein weiteres Rohr durch die Öffnung **106** der vorderen Umlenkplatte umgelenkt. Danach durchströmt das Fluid die Rohre zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid wieder von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe umgelenkt. Anschließend durchströmt das Fluid das nächste Rohr und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in ein weiteres Rohr umgelenkt. Dies erfolgt so lange, bis das Fluid in der Mischzone **100** ausströmt. Im zweiten Bereich nach der Mischzone erfolgt die entsprechende Durchströmung der Rohre. Anschließend wird das Fluid durch den Übertritt **107** in das nächste Segment **92**, **93**, **94** übergeleitet. Der Übertritt **107** kann vorzugsweise in der Umlenkplatte integriert sein oder durch einen externen Übertritt per Rohr erfolgen.

[0070] In den Segmenten **92**, **93**, **94** erfolgt die Durchströmung wie in dem Segment **90**, **91**, wobei diese allerdings alle drei parallel geschaltet sind. Anschließend werden die Rohre der Segmente **92** bis **94** durchströmt, bevor das Fluid wieder aus dem Segment ausgeleitet und in das Segment **95** mittels des Übertritts **108** übergeleitet wird. In dem Segment **95** erfolgt die Durchströmung wie in dem Segment **70** der [Fig. 10](#), bei welchem drei Rohre jeweils parallel

geschaltet sind. Anschließend wird das Fluid aus dem Wärmeübertrager ausgelassen.

[0071] Die **Fig. 12** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer weiteren Ansicht, wobei sechs Segmente **110** bis **115** jeweils zwei Reihen **116**, **117** von Rohren aufweisen. Wie zu erkennen ist, sind die Segmente **110** bis **112** und **113** bis **115** zu einem gemeinsamen parallel geschalteten Segment zusammen gefasst.

[0072] In den Segmenten **110** bis **112** bzw. in den Segmenten **113** bis **115** wird jeweils nur ein Rohr **116** parallel zu einem Rohr **117**, **118** des anderen Segments durchströmt. Innerhalb des Segments werden die Rohre **116**, **117** oder **118** nur seriell durchströmt. Dies erfolgt bis zur Mitte des Segments. Dort strömt das Fluid aus den Rohren **119**, **120**, **121** der drei Segmente aus. Dort liegt eine Mischzone **122** vor, so dass das Fluid aus dem ersten Segment **110** sich mit dem Fluid des zweiten bzw. dritten Segments **111**, **112** mischen kann, bevor es wieder auf die Rohre **123**, **124** und **125** der Segmente **110**, **111**, **112** verteilt wird.

[0073] Bei Durchgang **116** strömt das Fluid ein und durchströmt ein Rohr zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe durch eine Öffnung in der Umlenkplatte umgelenkt. Anschließend durchströmt das Fluid das nächste Rohr und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in ein weiteres Rohr durch die Öffnung der vorderen Umlenkplatte umgelenkt. Danach durchströmt das Fluid die Rohre zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid wieder von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe umgelenkt. Anschließend durchströmt das Fluid das nächste Rohr und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in ein weiteres Rohr umgelenkt. Dies erfolgt so lange, bis das Fluid in der Mischzone **122** ausströmt. Im zweiten Bereich nach der Mischzone erfolgt die entsprechende Durchströmung der Rohre. Anschließend wird das Fluid durch den Übertritt **126** in das nächste Segment **113**, **114**, **115** übergeleitet. Der Übertritt **126** kann vorzugsweise in der Umlenkplatte integriert sein oder durch einen externen Übertritt per Rohr erfolgen.

[0074] In den Segmenten **113**, **114** und **115** erfolgt die Durchströmung wie in den Segmenten **110**, **111** und **112**. Anschließend wird das Fluid aus dem Wärmeübertrager ausgelassen.

[0075] Die Gestaltung der Umlenkplatte ist in den Figuren rechteckig vorgesehen. Sie kann auch rund sein, so dass sie in eine runde, zylindrische Aussparung in einem Gehäuse oder in einem Schalldämpfer eingebaut werden kann.

[0076] Zur Leistungssteigerung können auf die Rohre gasseitige Rippen aufgefädelt sein, siehe die Rippen **6** der **Fig. 2**. Die gasseitigen Rippen bilden die sogenannte Sekundärfläche der Wärmeübertragung und die Rohre stellen die Primärfläche der Wärmeübertragung dar. Die Rippen **6** können mit den Rohren **3** verlötet werden oder es wird eine thermisch leitfähige Verbindung ohne Lotzugabe während dem Lötprozess des gesamten Verdampfers erreicht. Dies kann durch einen sehr eng tolerierten Rohrdurchzug erreicht werden, der zu einem sehr geringen Spalt zwischen Rippe und Rohr führt. Damit wird beim Hochtemperaturlötprozess mittels Diffusionsprozesse eine thermisch leitfähige Verbindung zwischen den Rippen und den Rohre hergestellt, auch wenn keine Lot vorliegen sollte. Eine bessere Anbindung der Rippen mit den Rohren, ob mit oder ohne Lot, kann durch eine Kombination aus austenitischen Rohren und ferritischen Rippen erreicht werden. Ferrite besitzen eine geringere Ausdehnung bei hohen Temperaturen als Austenite, so dass die Rohre bei Löttemperatur an die Rippen angepresst werden. Um bei Abkühlen das Abreißen der Rippen von den Rohren zu vermeiden, kann die Rippe um die Rohre herum kleine Schlitzte aufweisen.

[0077] Die Rippen weisen Rohrdurchzüge mit sogenannten Kragen auf, durch die der Abstand zwischen den Rippen sichergestellt wird. Alternativ kann der Rippenabstand auch durch Ausstellen von Abstandshaltern in der Rippe sichergestellt werden. Die Rippendichte kann dabei zwischen 30 Ri/dm und 80 Ri/dm liegen. Die Rippen können gestanzt sein und aufgeschnittene und aufgestellte Kiemen besitzen oder auch nur eingeprägte Strukturen, wie Winglets, Dimpel oder Ausbeulungen, zur Leistungssteigerung. Insbesondere ist es zielführend solche Strukturen in die Rippen einzuprägen, die die Strömung gezielt auf die Rohre leitet und damit eine höhere Wärmeübertragung auf der Primärfläche erzielt werden kann.

[0078] Die Rippendicke beträgt dabei 0.1 mm bis 0.5 mm bzw. vorzugsweise zwischen 0.25 und 0.4 mm, was für Edelstahl als Rippenmaterial vorteilhaft ist.

[0079] Weiterhin können in dem Verbund der Platten oben und/oder unten Schlitzte eingebracht werden, so dass eine unterschiedliche thermische Ausdehnung aufgrund unterschiedlicher Temperaturen vom Gas-eintritt bis zum Gasaustritt ermöglicht wird und nicht zu Schäden führt. Bevorzugt liegt der Rohrdurchmesser der Rohre im Bereich von 3–20 mm, idealerweise im Bereich von 5–15 mm und vorzugsweise im Bereich von 6–10 mm.

[0080] In die Rohre können turbulenz erzeugende Strukturen eingebacht werden, z. B. Drallerzeuger, um den Wärmeübergang besonders im Bereich, wo das Fluid überhitzt zu fördern.

[0081] Das Rohr kann auch als Drallrohr ausgeführt werden, dann aber bevorzugt ohne äußere Rippen. Insbesondere sind auch Rohre mit sehr tief ausgeprägten Rillen verwendbar, die ähnlich einem Faltenbalg bei größeren Rohrleitungsdurchmessern ausgebildet sind, um den Wärmeübergang auf der Gasseite zu erhöhen und gleichzeitig die thermische Differenzdehnung zwischen den Rohren aufnehmen können. Grundsätzlich können unterschiedliche Leistungsklassen erreicht werden, wenn ein Verdampfer in Abgasströmungsrichtung aus einzelnen Modulen besteht.

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

- WO 2011/051163 A2 [[0009](#)]

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager, wie insbesondere Abgasverdampfer, mit einem Gehäuse mit einem Fluideintritt und einem Fluidaustritt für ein erstes Medium, wie insbesondere Abgas, mit in dem Gehäuse quer zur Strömungsrichtung des ersten Fluids angeordneten Rohren, die von einem zweiten Medium durchströmbar sind und einlassseitig und auslassseitig in einem Rohrboden mit ihren Enden angeordnet und fluiddicht verbunden sind, wobei mit dem jeweiligen Rohrboden jeweils eine Struktur verbunden ist, mittels welcher Gruppen von Rohren derart miteinander verbunden sind, dass ein Auslass zumindest eines Rohrs mit einem Einlass zumindest eines anderen Rohrs fluidverbunden ist.

2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur aus einer Umlenkplatte und einer Abdeckplatte besteht, wobei die Umlenkplatte Öffnungen aufweist, die die Auslässe der einen Rohre mit den Einlässen des anderen Rohre verbindet, und wobei die Abdeckplatte die Umlenkplatte fluiddicht abdeckt.

3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Umlenkplatte auf den jeweiligen Rohrboden aufgesetzt und mit diesem verbunden ist, wobei die Abdeckplatte auf die jeweilige Umlenkplatte aufgesetzt und mit dieser verbunden ist.

4. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Umlenkplatte mit dem jeweiligen Rohrboden einteilig ausgebildet ist, wobei die Abdeckplatte auf die jeweilige Umlenkplatte aufgesetzt und mit dieser verbunden ist.

5. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Umlenkplatte mit der jeweiligen Abdeckplatte einteilig ausgebildet ist, wobei die Umlenkplatte und die Abdeckplatte auf den jeweiligen Rohrboden aufgesetzt und mit diesem verbunden ist.

6. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre in Reihen angeordnet sind, wobei die Umlenkplatte Fluid zwischen Rohren unterschiedlicher Reihen umlenkt.

7. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre in Reihen angeordnet sind, wobei die Umlenkplatte Fluid zwischen Rohren einer gleichen Reihe umlenkt.

8. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Reihen von Rohren in Segmenten angeordnet sind,

wobei die Umlenkplatte Fluid von einem Segment in ein anderes Segment umlenkt.

9. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in einem Segment eine Mehrzahl von Rohren parallel geschaltet sind.

10. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in einem Segment eine Mehrzahl von parallel geschalteten Rohren in Serie miteinander verschaltet sind.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

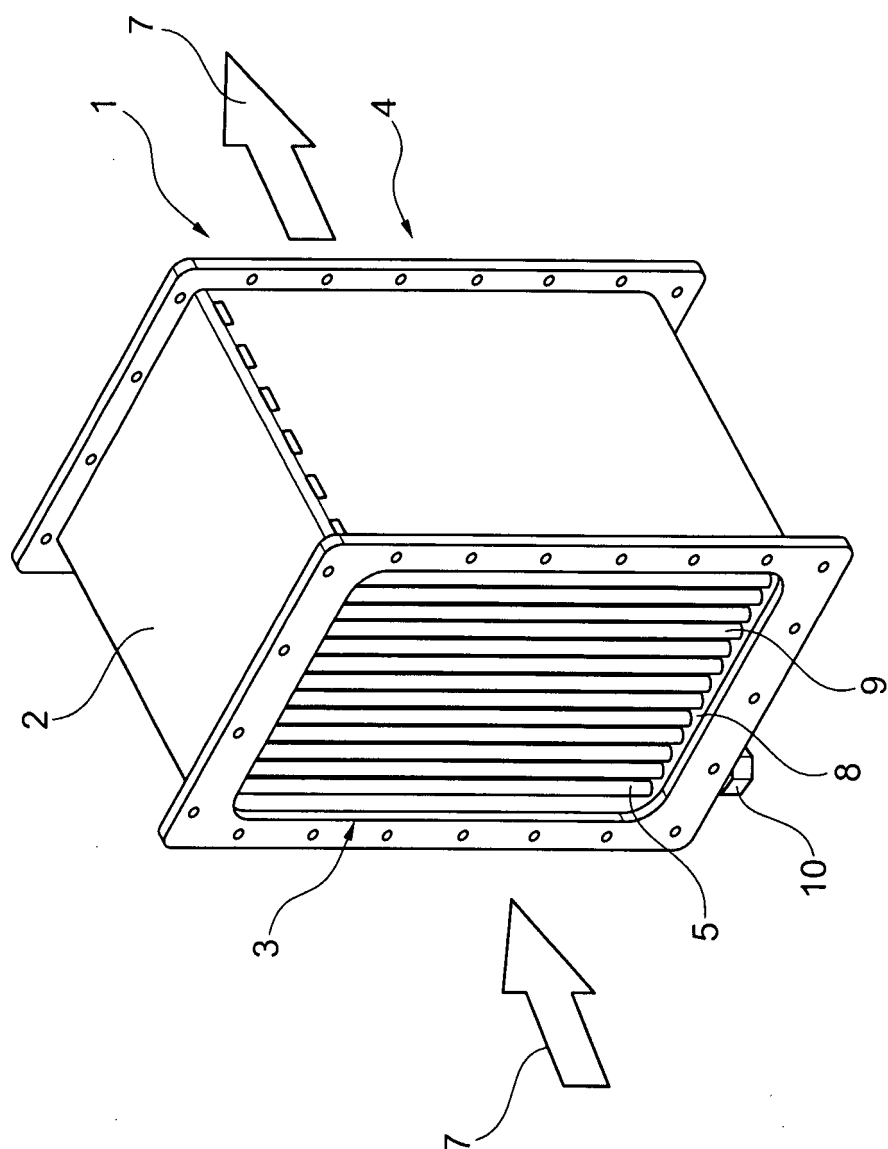


Fig. 1

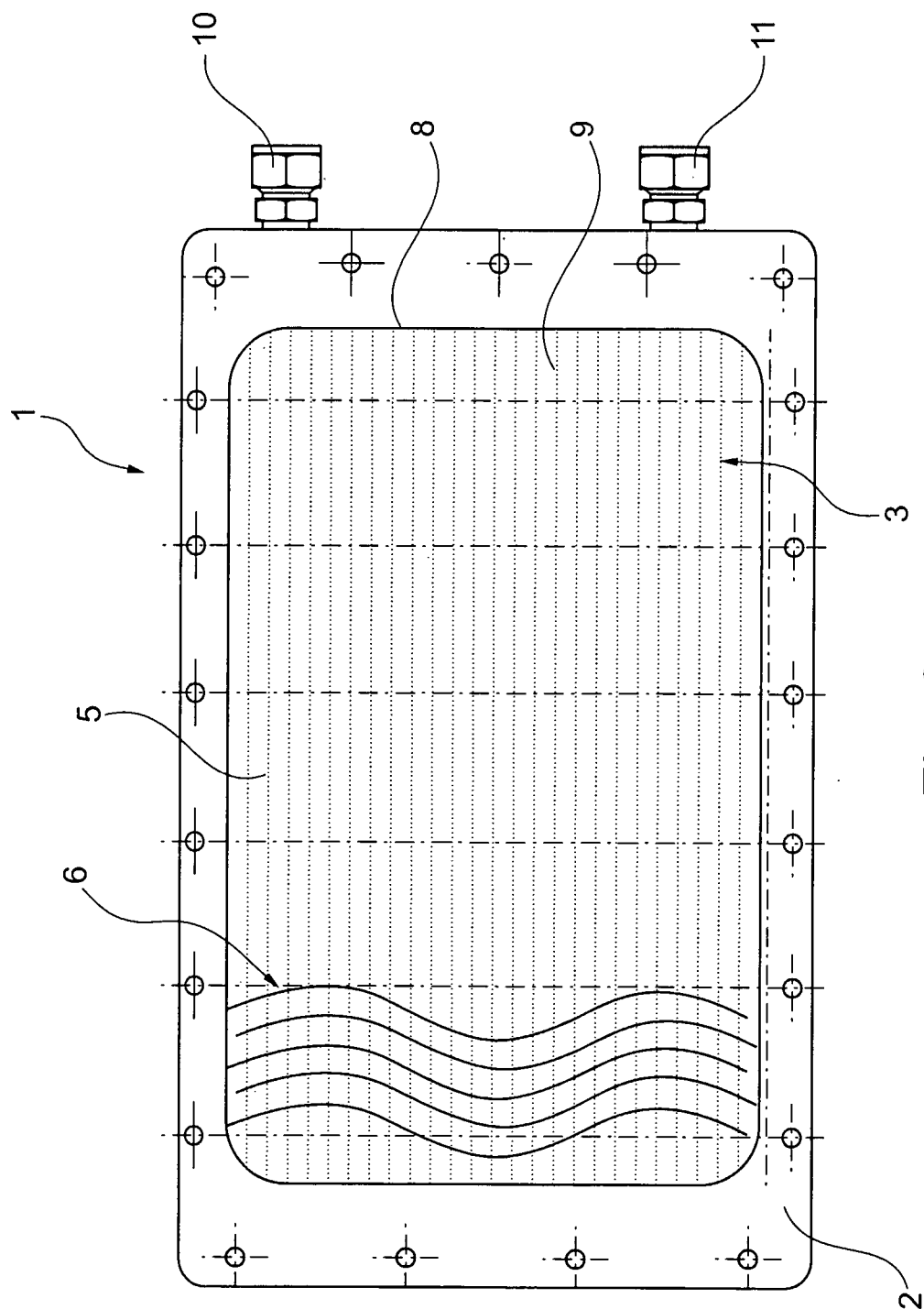
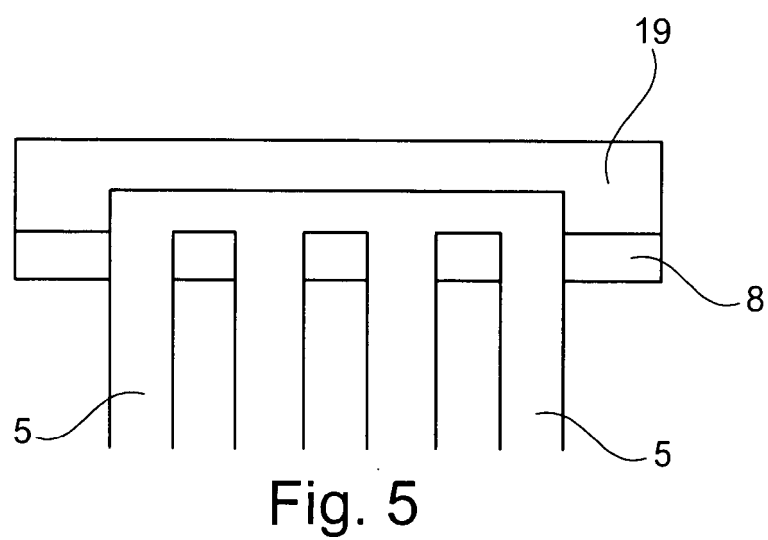
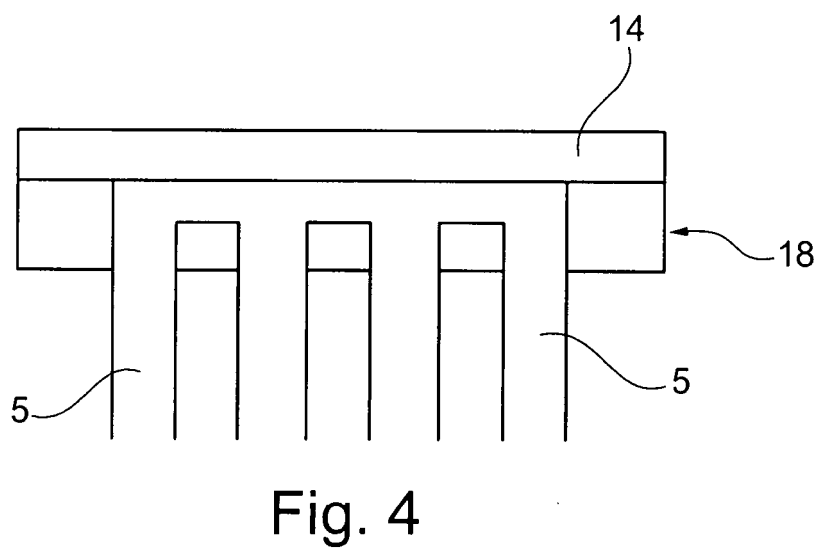
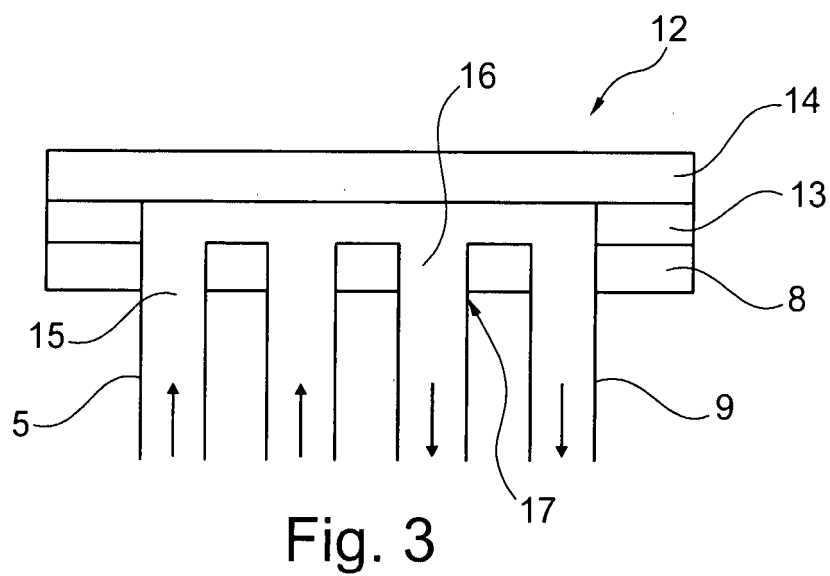
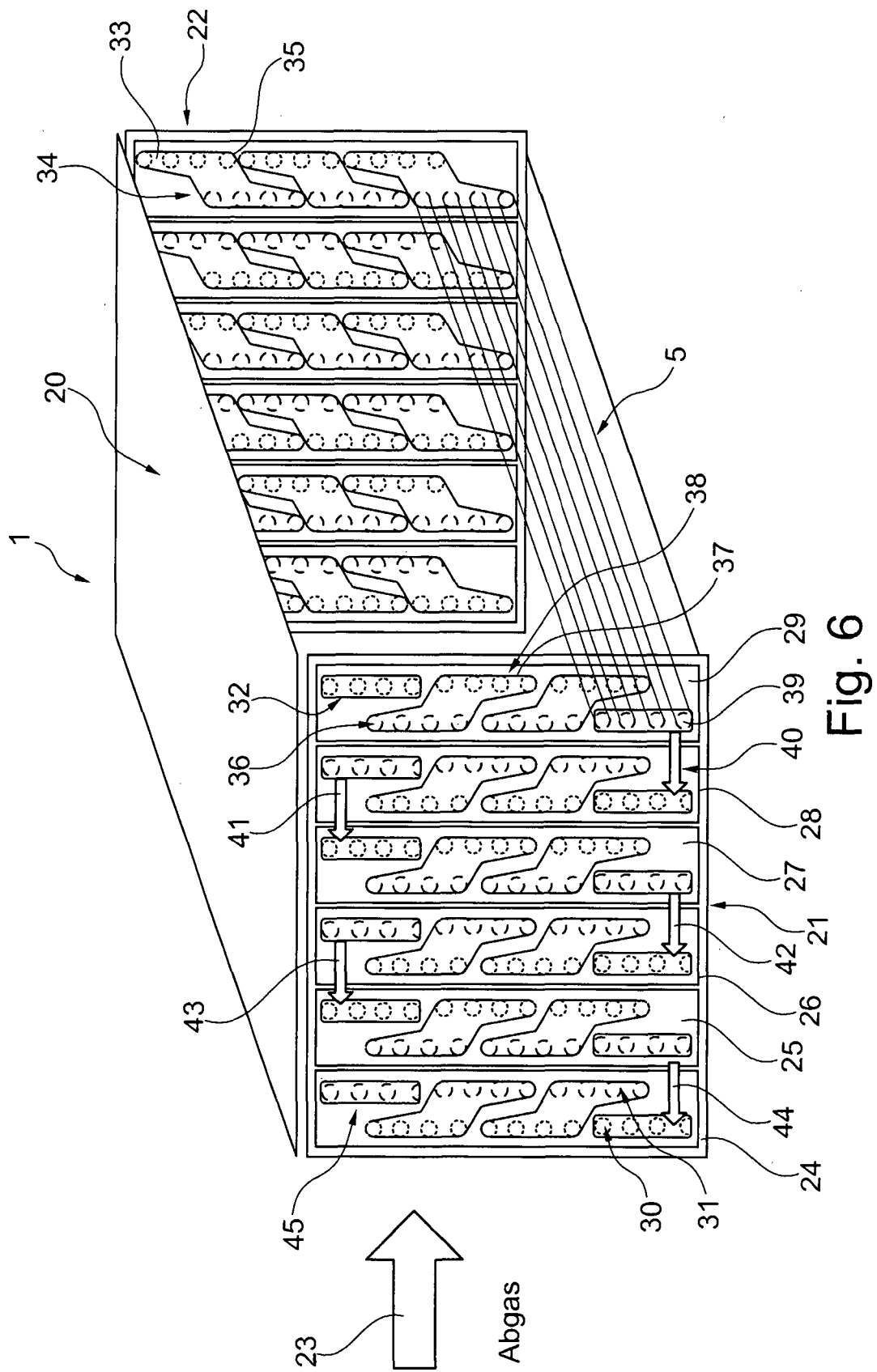
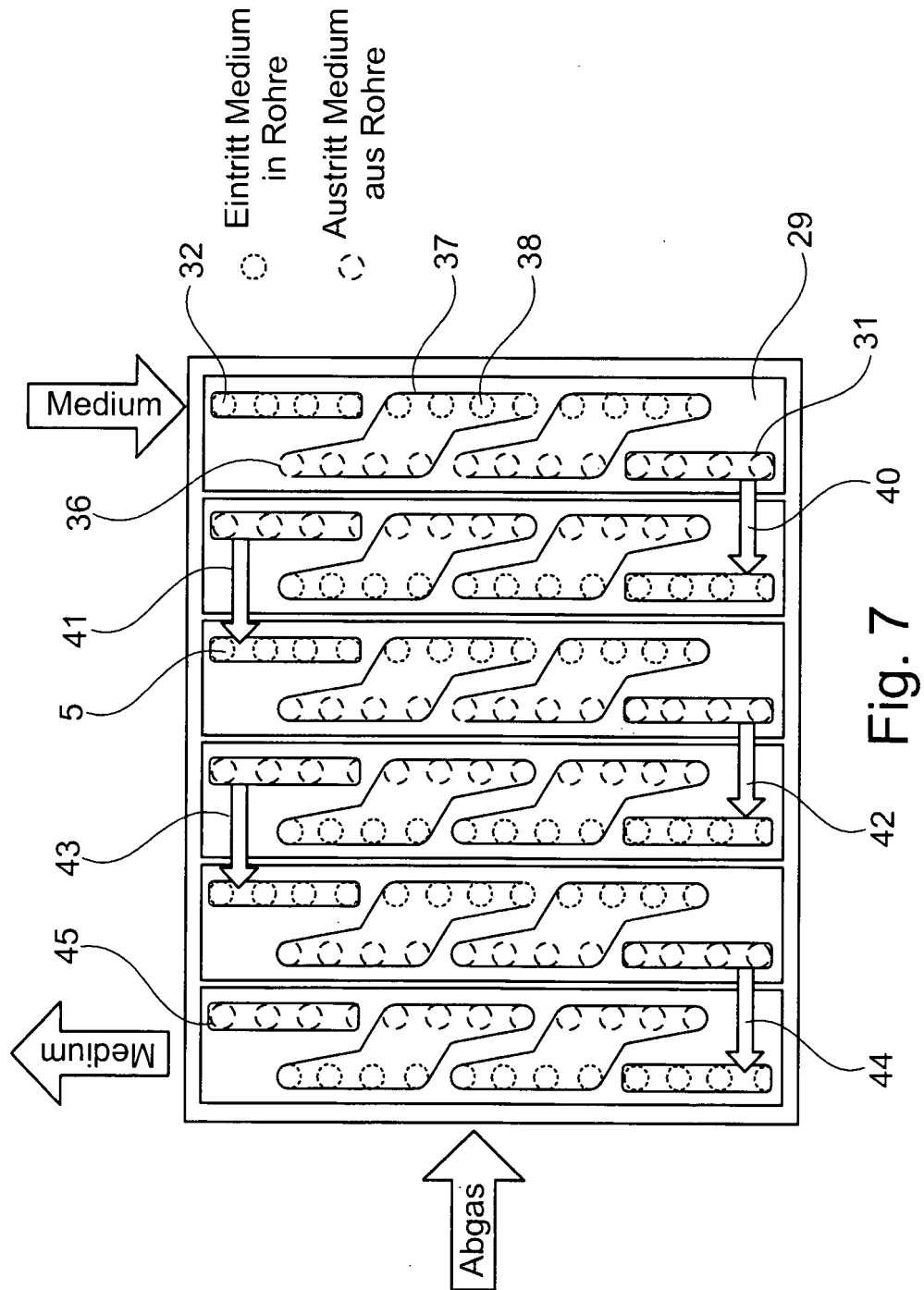


Fig. 2







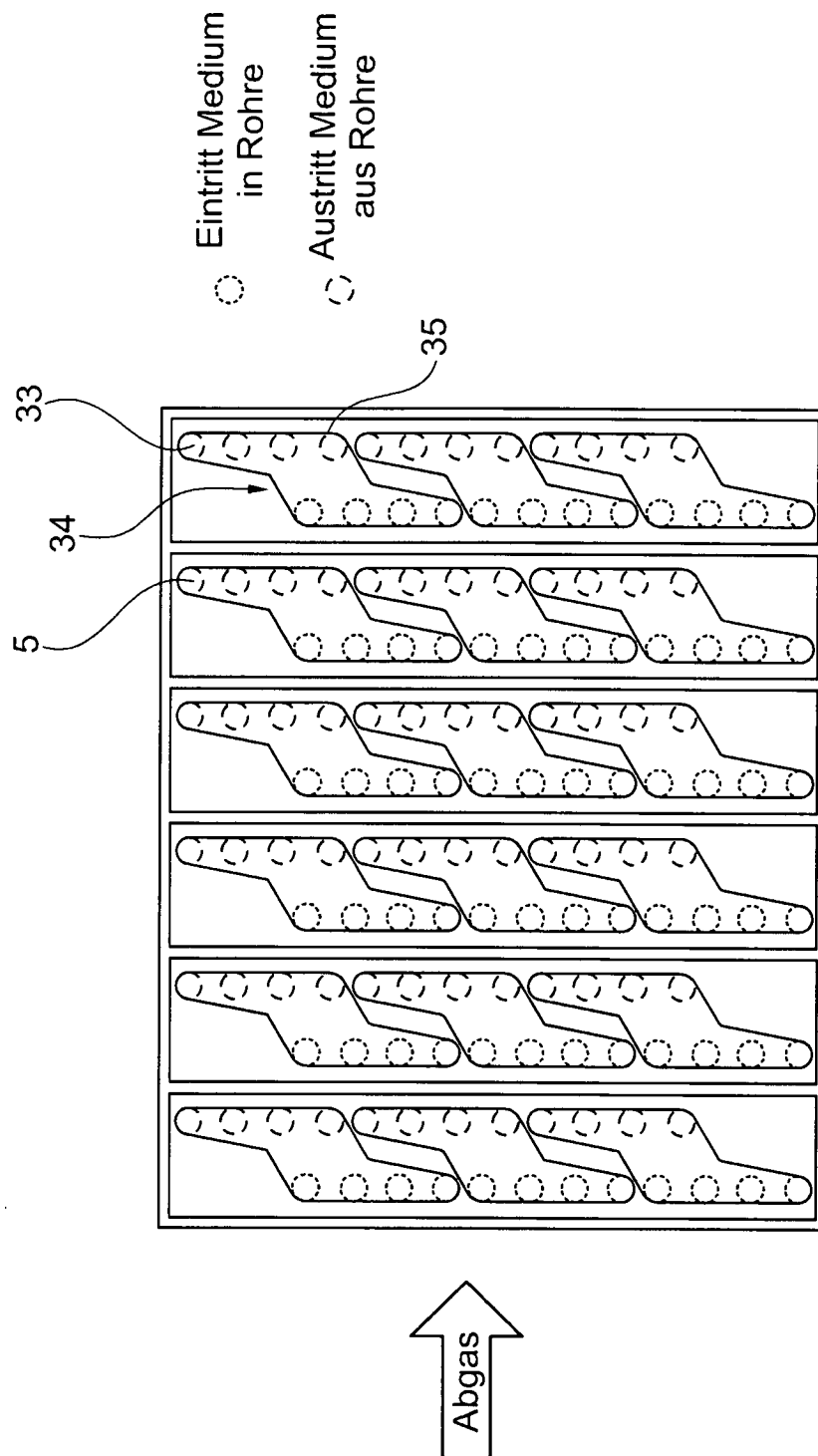


Fig. 8

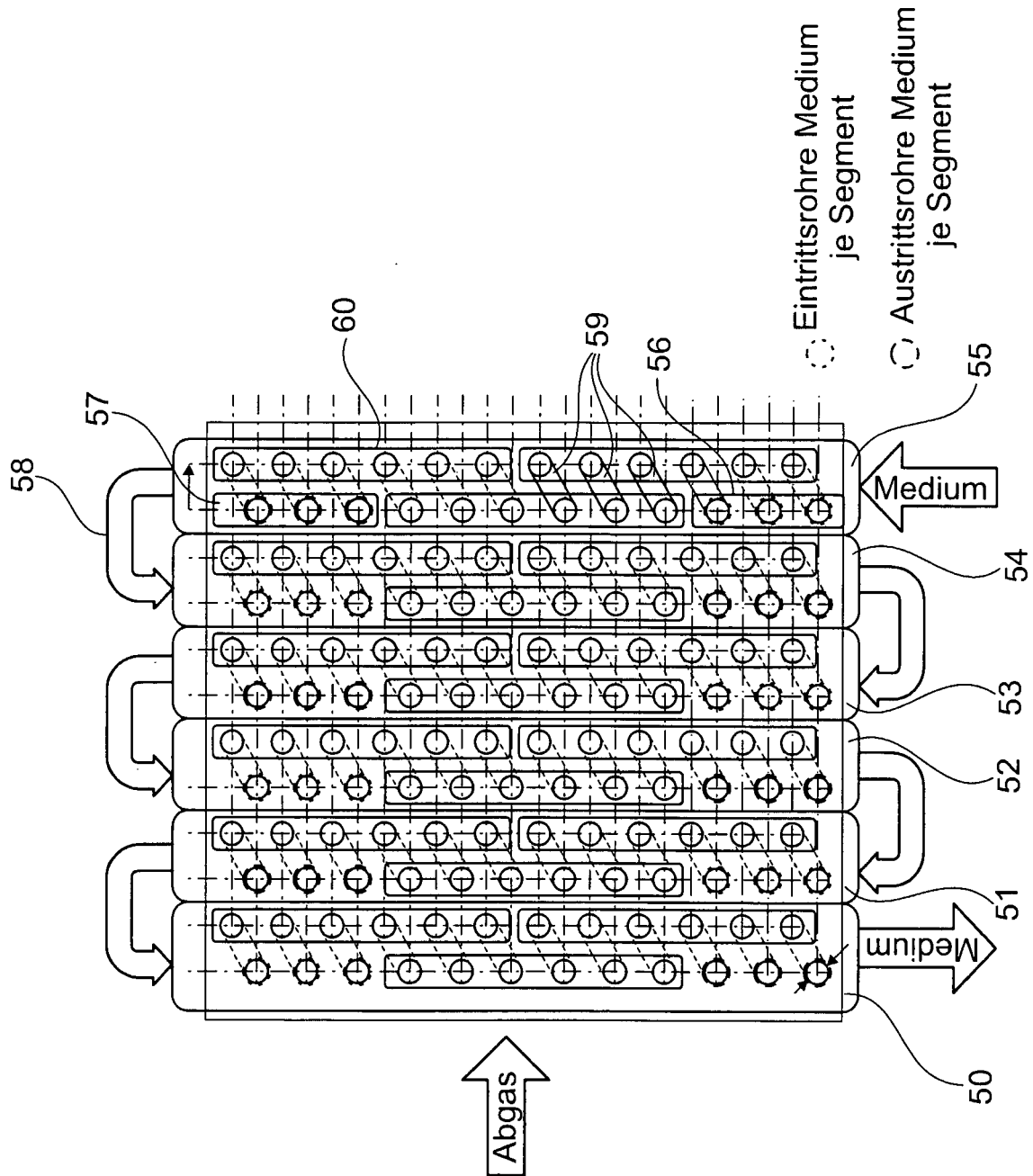
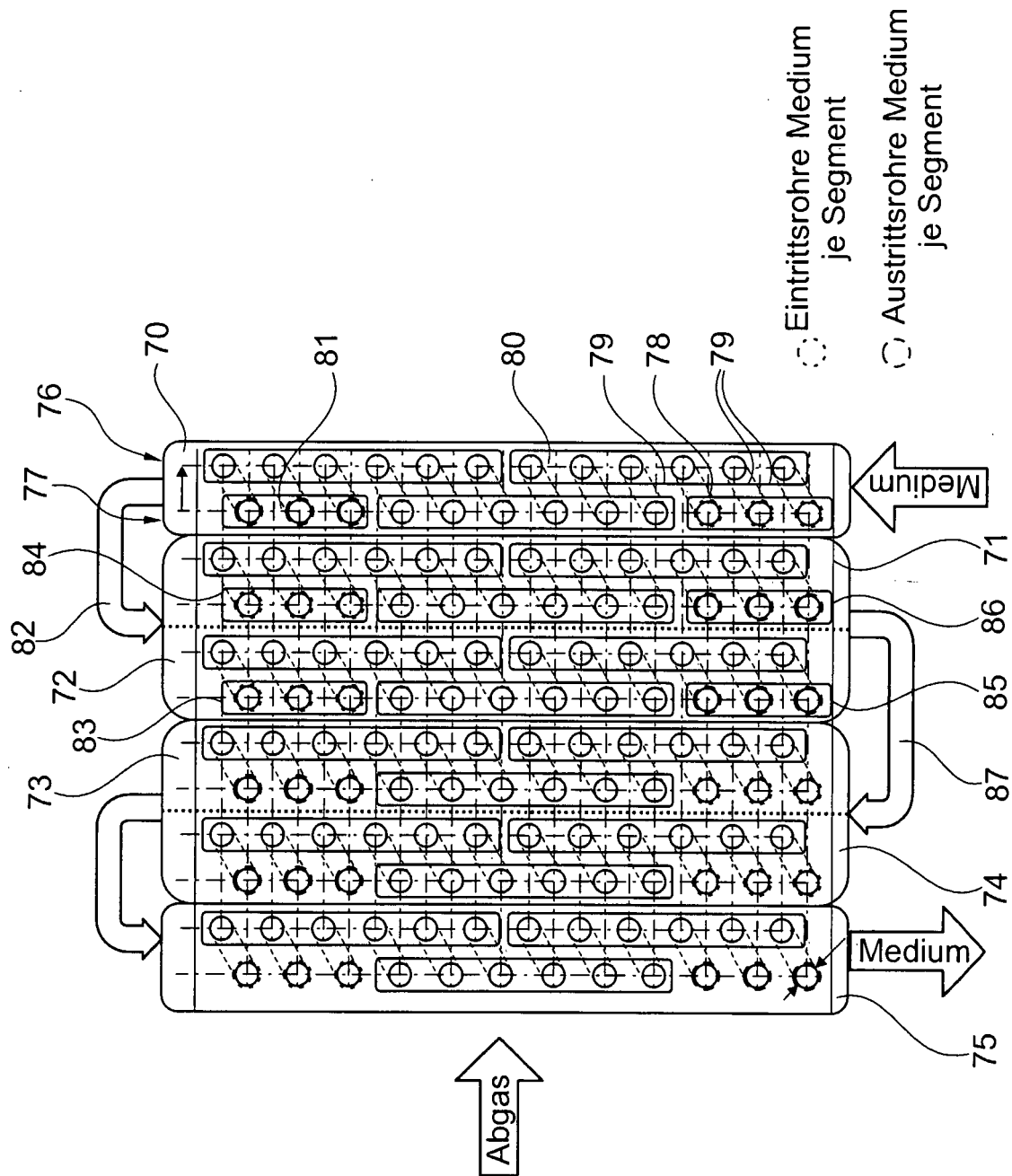
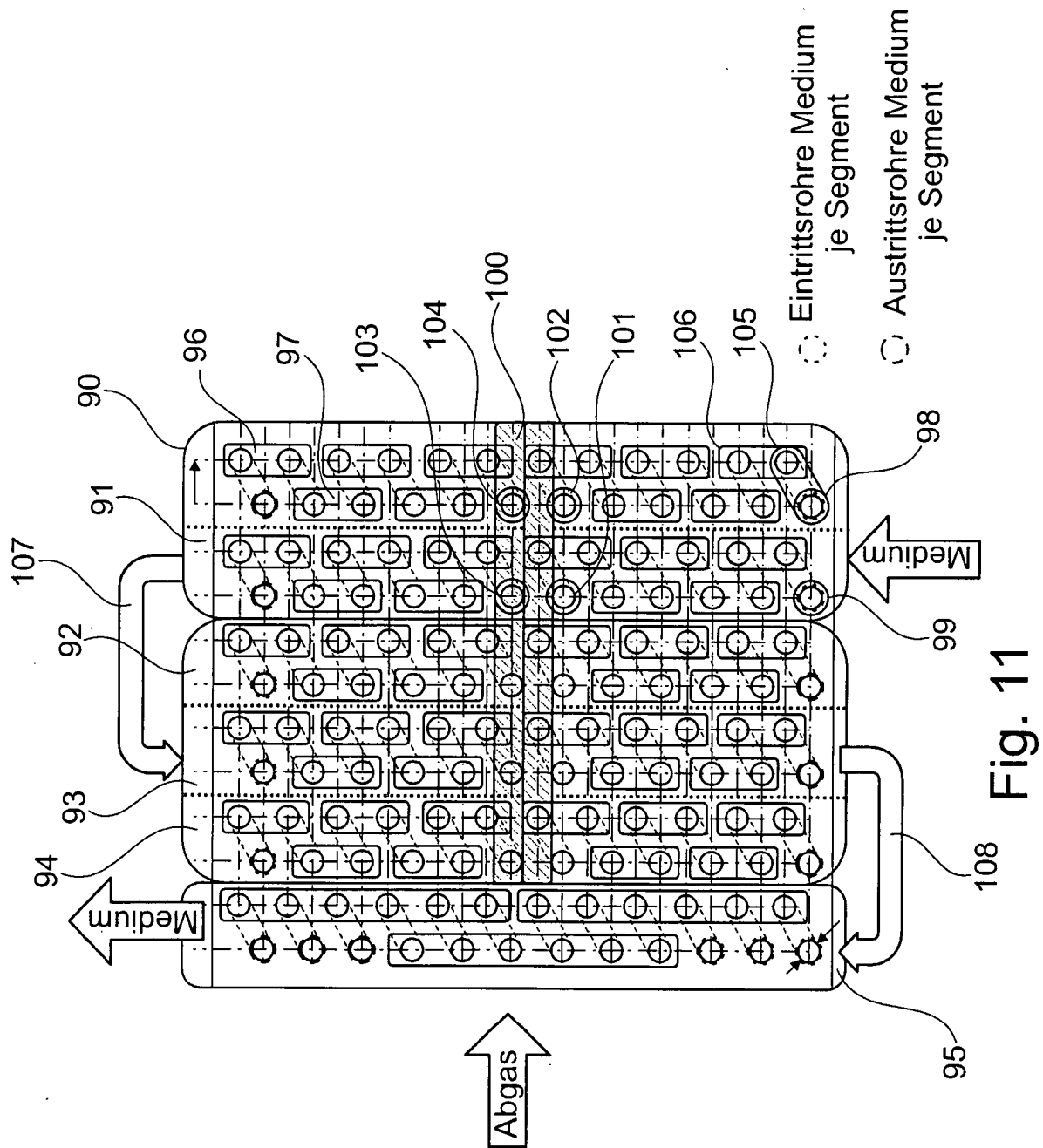


Fig. 9





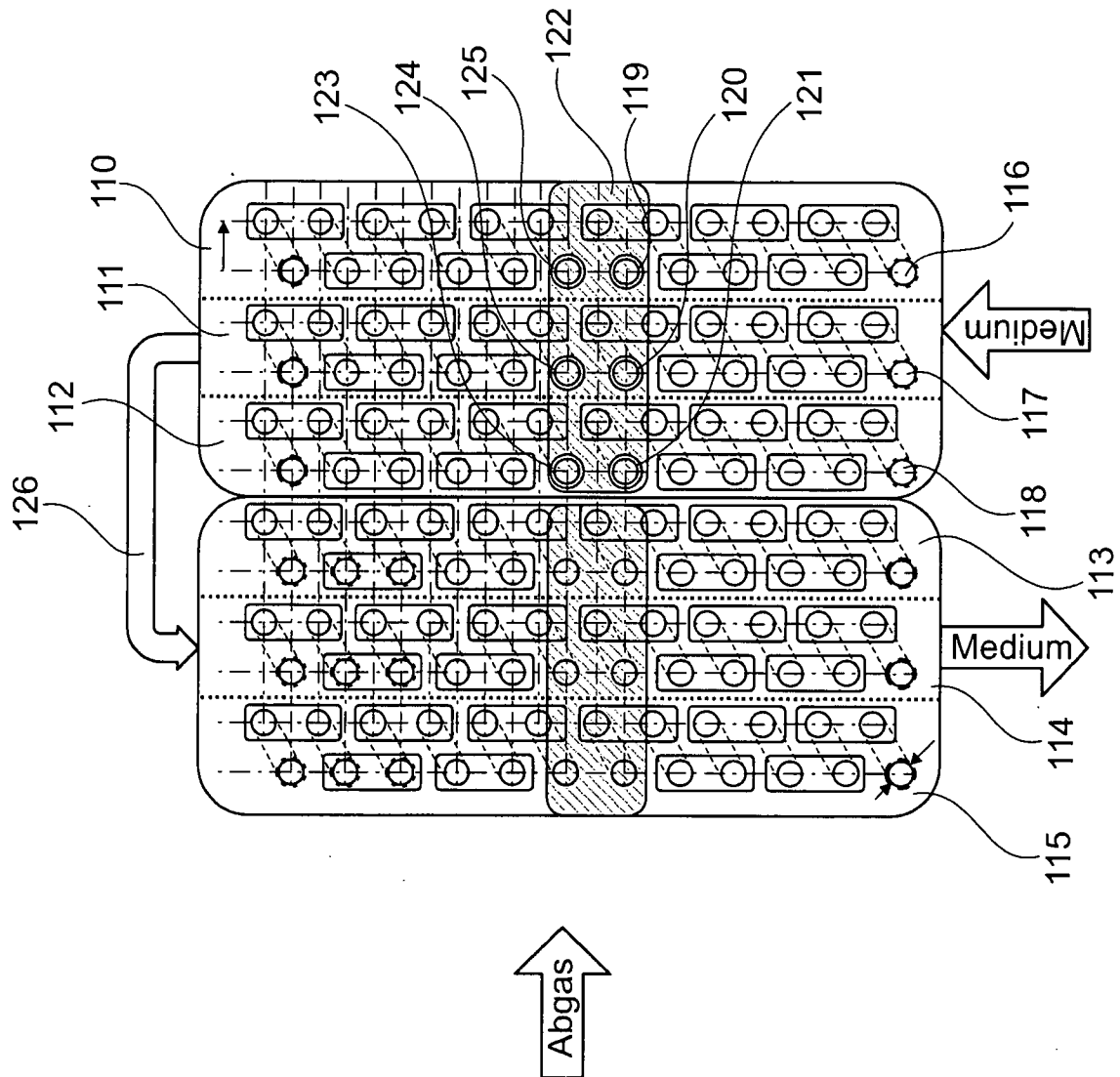


Fig. 12