



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.01.2002 Patentblatt 2002/03

(51) Int Cl.⁷: **F28D 9/00**, F28F 3/04

(21) Anmeldenummer: **01114277.5**

(22) Anmeldetag: 13.06.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 14.07.2000 DE 10034343

(71) Anmelder: **Balcke-Dürr Energietechnik GmbH**
46049 Oberhausen (DE)

(72) Erfinder:

- Wittig, Horst
40878 Ratingen (DE)
- Podhorsky, Miroslav, Dr.-Ing.
40882 Ratingen (DE)
- Brenner, Albrecht, Dr.-Ing.
49733 Haren (DE)

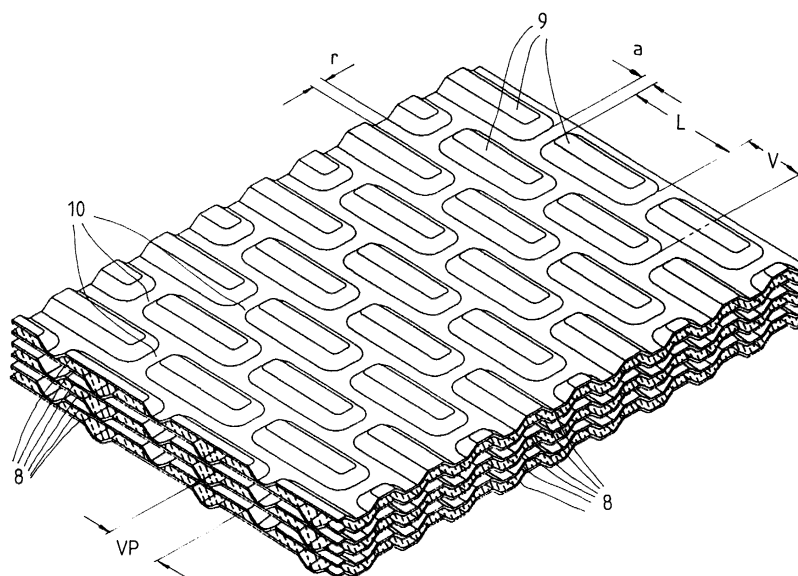
(74) Vertreter: **Stenger, Watzke & Ring Patentanwälte**
Kaiser-Friedrich-Ring 70
40547 Düsseldorf (DE)

(54) **Plattenwärmetauscher**

(57) Vorgeschlagen wird ein Plattenwärmetauscher aus einem von den im Wärmeaustausch stehenden Medien vorzugsweise im Gegenstrom durchströmten Plattenstapel. Dessen einzelne Platten (8) sind mit Prägungen (9) versehen, wobei sich aufeinanderfolgende Platten (8) unmittelbar gegeneinander abstützen. Um eine für einen Gegenstrom-Betrieb geeigneten Plattenwärmetauscher zu schaffen, der sich durch eine hohe Druckbelastbarkeit in Bezug auf beide Medien aus-

zeichnet, und der mit geringem Material- und Montageaufwand herstellbar ist, sind die Platten mit zu Reihen angeordneten, rinnenförmigen Prägungsabschnitten (9) versehen. Die Prägungsabschnitte (9) befinden sich bei allen Platten (8) auf derselben Seite, wobei sich die Reihen parallel zueinander erstrecken und gleiche Abstände (r) zueinander aufweisen. Ferner sind die Reihen aufeinanderfolgender Platten (8) übereinander angeordnet.

Fig. 5



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Plattenwärmetauscher aus einem von den im Wärmeaustausch stehenden Medien vorzugsweise im Gegenstrom durchströmten Plattenstapel, dessen einzelne Platten mit Prägungen versehen sind, wobei sich aufeinander folgende Platten unmittelbar gegeneinander abstützen.

[0002] Aus der EP 0 658 735 B1 ist ein aus Platten gebildeter Kreuzstrom-Wärmetauscher bekannt, dessen einzelne Platten jeweils paarweise zusammengesetzt werden, wobei die Platten eines Paares spiegelbildlich zueinander angeordnet sind. Zwischen den Einzelplatten eines Plattenpaares wird ein wellenförmig verlaufender Kanal für das eine der beiden am Wärmeaustausch teilnehmenden Medien gebildet. Das andere, im Kreuzstrom geführte Medium durchströmt rohrförmig gestaltete Kanäle zwischen den aneinanderliegenden Einzelplatten benachbarter Plattenpaare.

[0003] Zur Erzielung der wellenförmigen Durchströmung für das erste Medium und der geraden, rohrförmigen Durchströmung für das andere Medium sind die Platten mit mehreren parallelen Reihen von in Strömungsrichtung des zweiten Mediums verlaufenden, rinnenförmigen Prägungsabschnitten versehen. Da die Prägungsabschnitte benachbarter Reihen der Platte in Längsrichtung zueinander versetzt sind, ergeben sich zwischen aneinanderliegenden Platten flächige Abstützungen in Gestalt von im wesentlichen rautenförmigen Stützfeldern, die über die gesamte Oberfläche der Platten gleichmäßig verteilt sind. Die Einsatzmöglichkeiten dieses Plattenwärmetauschers beschränken sich auf den Kreuzstrom-Betrieb. Andere Betriebsarten, etwa im Gegenstrom, sind infolge der zu geringen Kanalquerschnitte nicht möglich.

[0004] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, einen für einen Gegenstrom-Betrieb geeigneten Plattenwärmetauscher zu schaffen, der sich durch eine hohe Druckbelastbarkeit in Bezug auf beide Medien auszeichnet, und mit geringem Material- und Montageaufwand herstellbar ist.

[0005] Zur **Lösung** dieser Aufgabe wird bei einem Plattenwärmetauscher mit den eingangs genannten Merkmalen vorgeschlagen, daß die Platten mit zu Reihen angeordneten, rinnenförmigen Prägungsabschnitten versehen sind, die sich bei allen Platten auf derselben Seite befinden, wobei sich die Reihen parallel zueinander erstrecken und gleiche Abstände zueinander aufweisen und die Reihen aufeinander folgender Platten übereinander angeordnet sind.

[0006] Ein solcher Plattenwärmetauscher bildet für beide beteiligten Medienströme hinreichend große Durchtrittskanäle für einen Gegenstrom-Betrieb. Der Plattenwärmetauscher zeichnet sich ferner durch eine hohe Druckbelastbarkeit in Bezug auf beide am Wärmeaustausch beteiligten Medien aus, ferner ist er mit geringem Material- und Montageaufwand herstellbar.

[0007] Vorzugsweise sind die Prägungsabschnitte

aufeinanderfolgender Platten in Richtung der Reihen versetzt zueinander angeordnet. Dieser Versatz sollte vorzugsweise die halbe Länge der Prägungsabschnitte betragen.

[0008] Mit einer weiteren Ausgestaltung wird vorgeschlagen, daß die Prägungsabschnitte benachbarter Reihen einer Platte in Richtung der Reihen versetzt zueinander angeordnet sind. Dieser Versatz sollte vorzugsweise die halbe Länge der Prägungsabschnitte betragen.

[0009] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Plattenwärmetauschers sind die Platten des Plattenstapels rechteckig gestaltet, wobei die Zu- bzw. Abströmung des ersten am Wärmeaustausch beteiligten Mediums an den beiden kürzeren Seiten der Platten erfolgt, und die Zuströmung des zweiten am Wärmeaustausch beteiligten Mediums am einen Ende, und die Abströmung am anderen Ende der längeren Seiten der Platten erfolgt. Vorzugsweise erstrecken sich die aus den Prägungsabschnitten gebildeten Reihen parallel zu den kürzeren Seiten der Platten.

[0010] Auf der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt, und zwar zeigen:

Figur 1 in einer schematischen Darstellung zwei Plattenwärmetauscher in der Anwendung als Rekuperatoren für Gasturbinen;

Figur 2 eine gegenüber Figur 1 veränderte Schaltung der als Rekuperatoren dienenden Plattenwärmetauscher;

Figur 3 eine gegenüber Figur 1 und Figur 2 veränderte Schaltung der als Rekuperatoren dienenden Plattenwärmetauscher;

Figur 4 eine perspektivische Ansicht eines aus einem Plattenstapel mit zehn Platten gebildeten Wärmetauschers und

Figur 5 eine vergrößert gezeichnete perspektivische Darstellung der Platten des Plattenstapels.

[0011] Figur 1 zeigt anhand eines ersten Ausführungsbeispiels Einsatzmöglichkeiten eines Plattenwärmetauschers als Gasturbinen-Rekuperator. Mit dem Bezugszeichen 1 ist der Austrittsstutzen für die heißen Gase der Turbine bezeichnet. Die Temperatur dieser Gase beträgt z.B. 650°C. Die heißen Gase durchströmen die beiden symmetrisch zueinander angeordneten Plattenwärmetauscher 2 in deren Längsrichtung und treten in einen gemeinsamen Auslaßkanal 3 aus. Im Auslaßkanal 3 beträgt die Temperatur der Turbinengase noch ca. 200°C.

[0012] Die zu der Gasturbine geführte, komprimierte Luft durchströmt die Plattenwärmetauscher 2 im Gegenstrom, wozu am einen Ende jedes Plattenwärmetauschers 2 ein Eintrittskanal 4 und am anderen Ende

ein gemeinsamer Austrittskanal 5 angeordnet ist. Im Eintrittskanal 4 beträgt die Temperatur der komprimierten Luft beispielsweise 175°C, im Austrittskanal 5, der beiden Plattenwärmetauschern 2 gemeinsam ist, beispielsweise 600°C.

[0013] Figur 1 läßt des weiteren erkennen, daß die beiden Plattenwärmetauscher 2 in der Weise schräg zueinander angeordnet sind, daß ihr Abstand A im Bereich des gemeinsamen Austrittskanals 5 größer ist, als in Höhe der für die Plattenwärmetauscher getrennten Eintrittskanäle 4. Grund hierfür ist, daß zwar das erste Medium, d.h. die von der Turbine kommenden heißen Gase, ausschließlich an den kürzeren Seiten 6 des Plattenwärmetauschers ein- und austreten, hingegen das zweite am Wärmeaustausch beteiligte Medium, nämlich die komprimierte Luft, an den längeren Seiten 7a, 7b der Plattenwärmetauscher 2 eintritt bzw. austritt. Hierbei befindet sich der Eintrittskanal 4 am einen Ende der längeren Seite 7a, und der Austrittskanal 5 am jeweils anderen Ende der längeren Seite 7b. Insoweit ließe sich von einer teils diagonalen Durchströmung der Plattenwärmetauscher 2 durch das zweite Medium, d.h. die komprimierte Luft, sprechen.

[0014] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 befinden sich der Eintrittskanal 4 für das zweite Medium und der Austrittskanal 5 an derselben längeren Seite 7b des Plattenwärmetauschers 2, wohingegen die andere längere Seite 7a vollständig geschlossen ist. Sowohl Eintrittskanal 4, als auch Austrittskanal 5 befinden sich in der Mitte zwischen den paarweise angeordneten Plattenwärmetauschern 2 und sind beiden Plattenwärmetauschern gleichermaßen zugeordnet. Auch bei der Ausführungsform nach Figur 2 erfolgt die Durchströmung im Gegenstrom, hier jedoch mit einer Hauptströmungsrichtung in Gestalt eines "C" für das zweite Medium. Das erste Medium wiederum durchströmt die Plattenwärmetauscher auf geradem Wege zwischen Austrittsstutzen 1 aus der Gasturbine und Auslaßkanal 3.

[0015] Die Ausführungsform nach Figur 3 unterscheidet sich von der Ausführungsform nach Figur 2 durch zusätzliche Eintrittskanäle 4 und Austrittskanäle 5 auch auf der längeren Seite 7a der wiederum paarweise angeordneten Plattenwärmetauscher 2. An jeder längeren Seite 7a, 7b der beiden Plattenwärmetauscher 2 befindet sich daher sowohl ein Eintrittskanal 4, als auch ein Austrittskanal 5 für das zweite am Wärmeaustausch beteiligte Medium. Die Durchströmung erfolgt im Gegenstrom ähnlich einem langgestreckten "X".

[0016] Einzelheiten des bei den Ausführungsformen 1 bis 3 verwendeten Plattenwärmetauschers werden nachfolgend anhand der Figuren 4 und 5 erläutert.

[0017] In Figur 4 sind wiederum die Zu- und Abströmungen 1, 3, 4, 5 des Austrittsstutzens 1 von der Gasturbine, des Auslaßkanals 3 sowie des Eintrittskanals 4 und Austrittskanals 5 der aufzuheizenden Luft dargestellt. Zu erkennen ist ferner, daß sich der Plattenwärmetauscher 2 aus einer Mehrzahl übereinander ge-

schichteter Stahlbleche zusammensetzt, die jeweils mit Prägungen versehen sind. Solche geprägten Platten lassen sich durch Tiefziehen oder mittels geeigneter Verformungspressen herstellen. Mit Ausnahme der Randbereiche der jeweiligen Platte 8 sind die darauf befindlichen Prägungsabschnitte 9 jeweils identisch gestaltet. Sie weisen die Form gerader Rinnen begrenzter Länge auf. Bei der Darstellung nach den Figuren 4 und 5 sind die Platten 8 so herum übereinander geschichtet, daß die Ausbauchungen der rinnenförmigen Prägungsabschnitte 9 nach oben weisen.

[0018] Deren Gestalt ist jeweils rechteckförmig, wobei die Länge L der rinnenförmigen Prägungsabschnitte 9 jeweils gleich ist, jedoch mit Ausnahme nachfolgend noch beschriebener Endabschnitte. Auch der Abstand a zwischen innerhalb einer Reihe aufeinanderfolgender Prägungsabschnitte 9 ist über die gesamte Platte 8 einheitlich. Die Prägungsabschnitte 9 sind in Reihen angeordnet, wobei die Richtung dieser Reihe der Richtung der längsten Ausdehnung der rechteckigen Prägungsabschnitte 9 entspricht. Die einzelnen Reihen der Platte 8 erstrecken sich parallel zueinander und weisen gleiche Abstände r zueinander auf. Die Prägungsabschnitte 9 benachbarter Reihen sind in Richtung der Reihen versetzt zueinander angeordnet, und zwar mit einem Versatz V, der die halbe Länge der Prägungsabschnitte 9 beträgt. In Draufsicht auf die Platte 8 ergibt sich damit eine Gestalt der Prägungsabschnitte 9, die an ein Mauerwerk mit jeweils hälftigem Versatz der Mauersteine erinnert.

[0019] Wegen des Versatzes V ergeben sich entlang der längeren Seiten 7a, 7b der jeweiligen Platte 8 Prägungsabschnitte 9' mit halber Länge. Daraus folgt, daß sich Reihen von Prägungsabschnitten, die mit einem ganzen Prägungsabschnitt 9 beginnen, mit solchen Reihen abwechseln, die mit einem halben Prägungsabschnitt 9' beginnen. Dies läßt Figur 4 sehr anschaulich erkennen.

[0020] Insbesondere Figur 5 läßt erkennen, daß sich bei sämtlichen Platten 8 des Plattenwärmetauschers 2 die zu Reihen angeordneten, rinnenförmigen Prägungsabschnitte 9 bzw. 9' auf derselben Seite der Platte befinden. Die Prägungsabschnitte 9 ragen also, je nach Standpunkt des Betrachters, entweder alle nach oben oder alle nach unten. Wären sämtliche Platten 8 identisch gestaltet und identisch angeordnet, würden sich die Platten einschließlich der Prägungsabschnitte bündig und spaltfrei aufeinander legen mit der Folge, daß keine Strömungskanäle zwischen den Platten mehr vorhanden wären. Erfindungsgemäß wird daher in der Weise vorgegangen, daß jeweils aufeinander liegende Platten kein identisches Bild der darauf angeordneten Prägungsabschnitte 9, 9' aufweisen, sondern die Prägungsabschnitte 9, 9' infolge ihrer Anordnung zugleich als Abstandhalter dienen. Dies kann dadurch erreicht werden, daß die Prägungsabschnitte 9 bzw. 9' aufeinanderfolgender Platten 8 nicht exakt übereinander angeordnet sind, sondern zueinander versetzt. Die Figur

5 läßt erkennen, daß dieser Versatz V_P bezüglich aufeinanderfolgender Platten die halbe Länge der rinnenförmigen Prägungsabschnitte 9 beträgt. Hingegen besteht zwischen aufeinanderfolgenden Platten 8 kein Versatz in Bezug auf die einzelnen Reihen, in denen die Prägungsabschnitte 9 bzw. 9' angeordnet sind. Die Reihen der einen Platte liegen daher genau über den Reihen der nächsten Platte des Plattenstapels. Der Versatz V_P findet sich nur innerhalb der Reihe. Zu diesem Zweck sind die einzelnen Platten 8 in der Weise gestaltet, daß über einer Platte, deren Reihe mit einem ganzen Prägungsabschnitt 9 beginnt, eine Platte angeordnet wird, deren Reihe mit einem halben Prägungsabschnitt 9' beginnt, und umgekehrt. Herstellungstechnisch kann dies in einer ersten Ausgestaltung dadurch erreicht werden, daß zwei verschiedene Plattentypen verwendet werden. Gemäß einer zweiten Ausführungsmöglichkeit können zwar sämtliche Platten identisch gestaltet sein, jedoch wird jede zweite Platte zunächst horizontal um 180° gedreht und sodann auf die darunter angeordnete Platte gelegt, bevor die Platten schließlich miteinander verbunden werden.

[0021] Die vorbeschriebene Gestaltung und Anordnung der einzelnen Platten 8 führt dazu, daß sich jede Platte über ihre Prägungsabschnitte 9, 9' an der in Richtung der Erstreckung der Prägungsabschnitte nächsten Platte abstützt. Hierbei bildet sich ein Kontakt zwischen den Prägungsabschnitten 9, 9' der einen Platte, und Bereichen 10 der nächsten Platte. Diese Bereiche 10 sind jene ungeprägten Bereiche der Grundfläche der nächsten Platte, welche sich zwischen den innerhalb einer Reihe aufeinanderfolgenden Prägungsabschnitten 9 befinden, und welche die Prägungsabschnitte 9 einer Reihe voneinander trennen.

[0022] Figur 4 läßt erkennen, daß zur Herstellung des Plattenwärmetauschers 2 die einzelnen Platten 8 an ihren kürzeren Seiten 6 und längeren Seiten 7a, 7b verschweißt sind. Das Verschweißen erfolgt in der Weise, daß zwischen den Platten jeweils abwechselnd das eine und das andere der beiden am Wärmeaustausch beteiligten Medien hindurchgeführt wird. Bilden also zwei benachbarte Platten Strömungskanäle für das erste Medium, so bilden die jeweils nächsten Platten Strömungskanäle für das andere der beiden Medien. Um die entsprechenden Ein- und Austrittsöffnungen an den kürzeren Seiten 6 bereitzustellen, sind die Platten 8 entlang der kürzeren Seiten 6 mit Randverformungen 11 versehen, deren Höhe der Höhe der Prägungsabschnitte 9 entspricht. Jene Bereiche der beiden längeren Seiten 7a, 7b, an denen sich weder Eintrittskanäle 4 noch Austrittskanäle 5 befinden, sind, wie Figur 4 erkennen läßt, vollständig geschlossen, so daß in diesen Bereichen eine Gegenströmung zwischen den beiden am Wärmeaustausch beteiligten Medien erzwungen wird.

Bezugszeichenliste

[0023]

- | | | |
|----|-------|---|
| 5 | 1. | Austrittsstutzen |
| | 2. | Plattenwärmetauscher |
| | 3 | Anschlußkanal |
| 10 | 4 | Eintrittskanal |
| | 5 | Austrittskanal |
| 15 | 6 | kürzere Seite des Plattenwärmetauschers |
| | 7a | längere Seite des Plattenwärmetauschers |
| | 7b | längere Seite des Plattenwärmetauschers |
| 20 | 8 | Platte |
| | 9 | Prägungsabschnitt |
| 25 | 9' | Prägungsabschnitt |
| | 10 | Bereich |
| | 11 | Randverformung |
| 30 | a | Abstand |
| | A | Abstand |
| 35 | L | Länge |
| | V | Versatz |
| | V_P | Versatz |
| 40 | r | Abstand |

Patentansprüche

- 45
1. Plattenwärmetauscher aus einem von den im Wärmeaustausch stehenden Medien vorzugsweise im Gegenstrom durchströmten Plattenstapel, dessen einzelne Platten (8) mit Prägungen versehen sind, wobei sich aufeinanderfolgende Platten (8) unmittelbar gegeneinander abstützen,
- 50 **dadurch gekennzeichnet,**
daß die Platten (8) mit zu Reihen angeordneten rinnenförmigen Prägungsabschnitten (9) versehen sind, die sich bei allen Platten (8) auf derselben Seite befinden, wobei sich die Reihen parallel zueinander erstrecken und gleiche Abstände (r) zueinander aufweisen und die Reihen aufeinanderfolgen-
- 55

der Platten (8) übereinander angeordnet sind.

2. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Prägungsabschnitte (9) aufeinanderfolgender Platten (8) in Richtung der Reihen versetzt zueinander angeordnet sind. 5
3. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Versatz (V_P) die halbe Länge der Prägungsabschnitt (9) beträgt. 10
4. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Prägungsabschnitte (9) benachbarter Reihen einer Platte (8) in Richtung der Reihe versetzt zueinander angeordnet sind. 15
5. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Versatz (V) die halbe Länge der Prägungsabschnitte (9) beträgt. 20
6. Plattenwärmetauscher nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Platten (8) des Plattenstapels rechteckig gestaltet sind, daß die Zu- bzw. Abströmung des ersten am Wärmeaustausch beteiligten Mediums an den beiden kürzeren Seiten (6) der Platten (8) erfolgt, und daß die Zuströmung des zweiten am Wärmeaustausch beteiligten Mediums an einem Ende, und die Abströmung am anderen Ende der längeren Seiten (7a bzw. 7b) der Platten (8) erfolgt. 25
30
7. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die aus den Prägungsabschnitten (9) gebildeten Reihen parallel zu den kürzeren Seiten (6) der Platten (8) erstrecken. 35

40

45

50

55

Fig.1

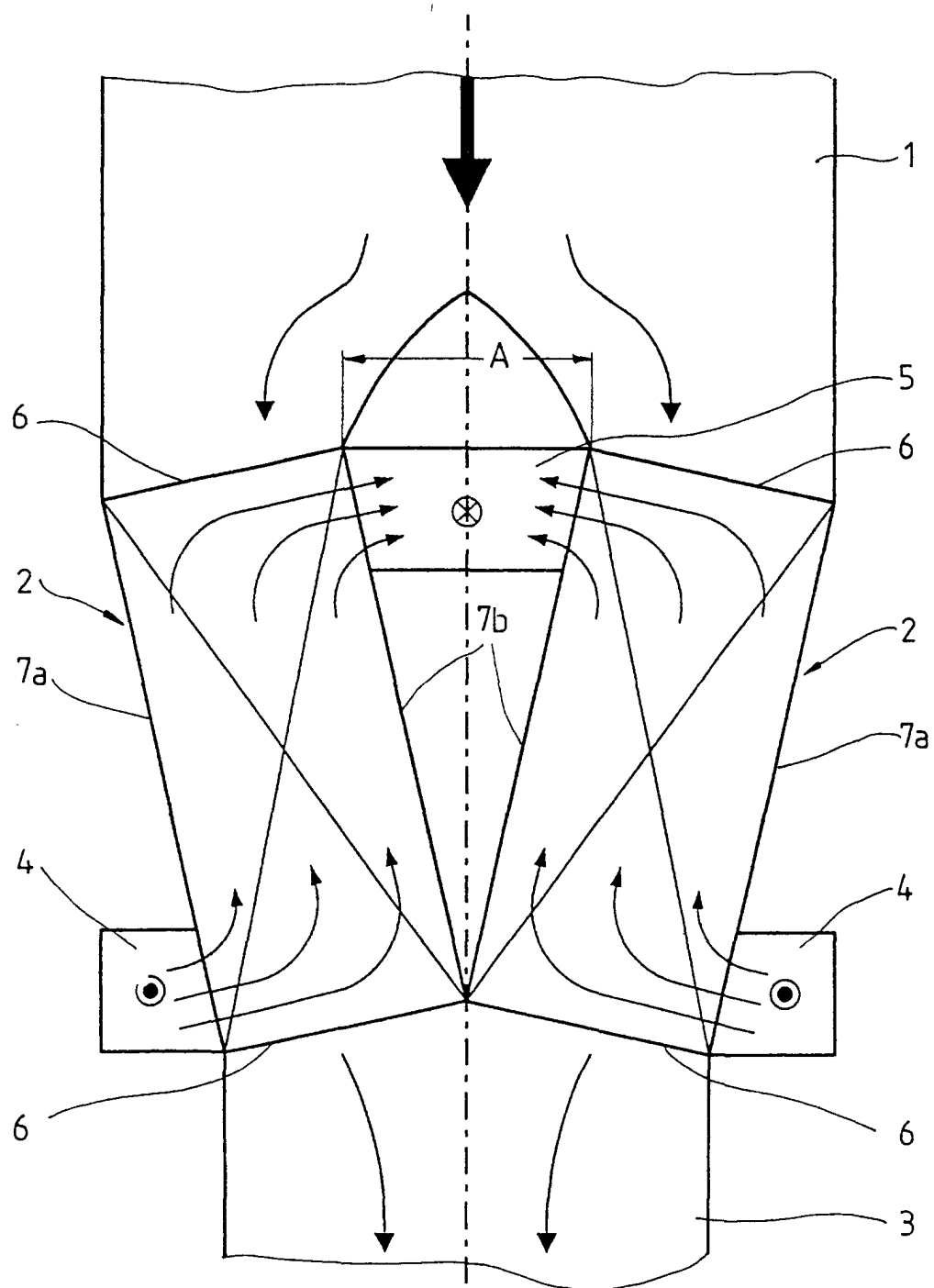


Fig.2

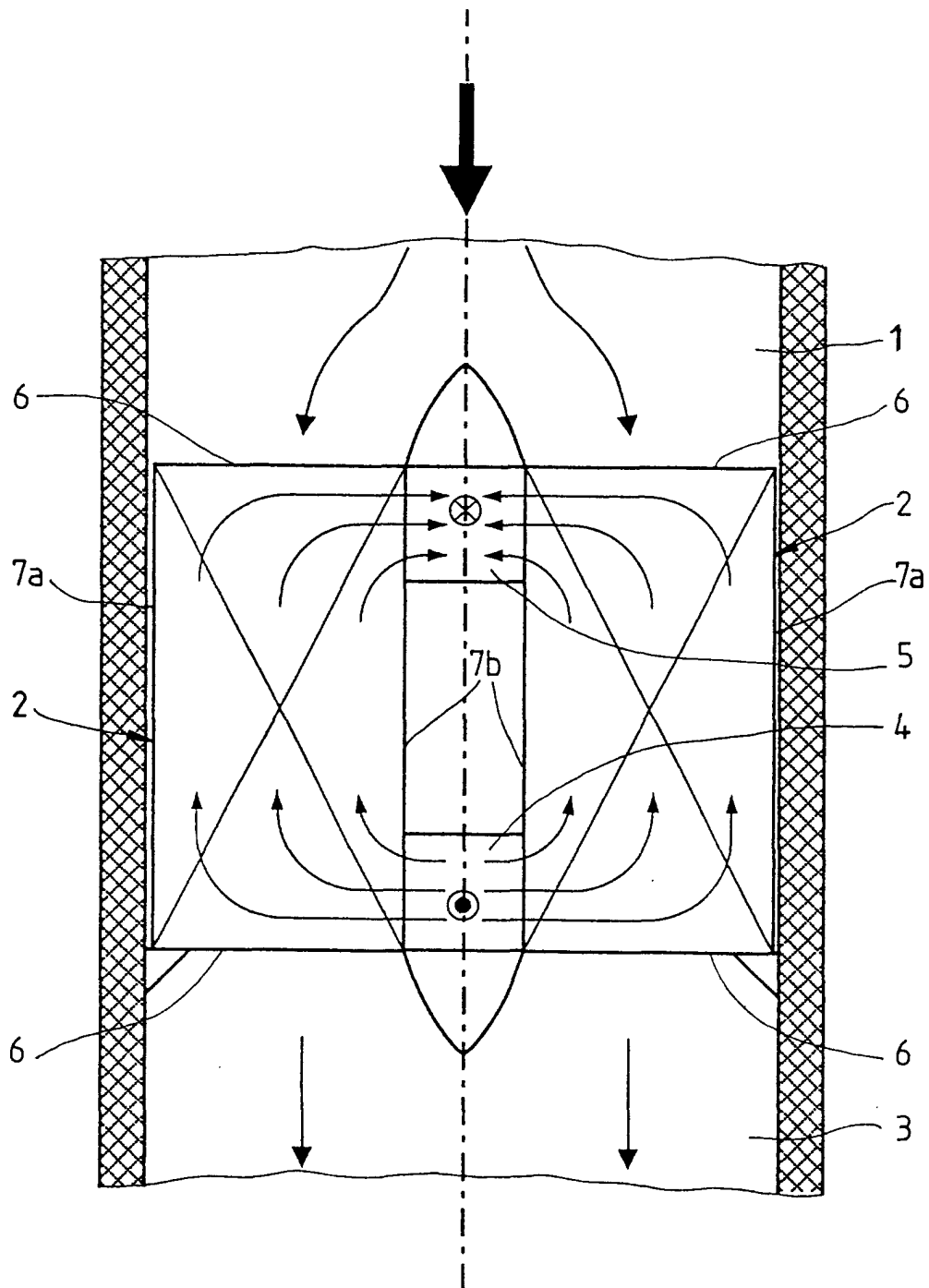


Fig. 3

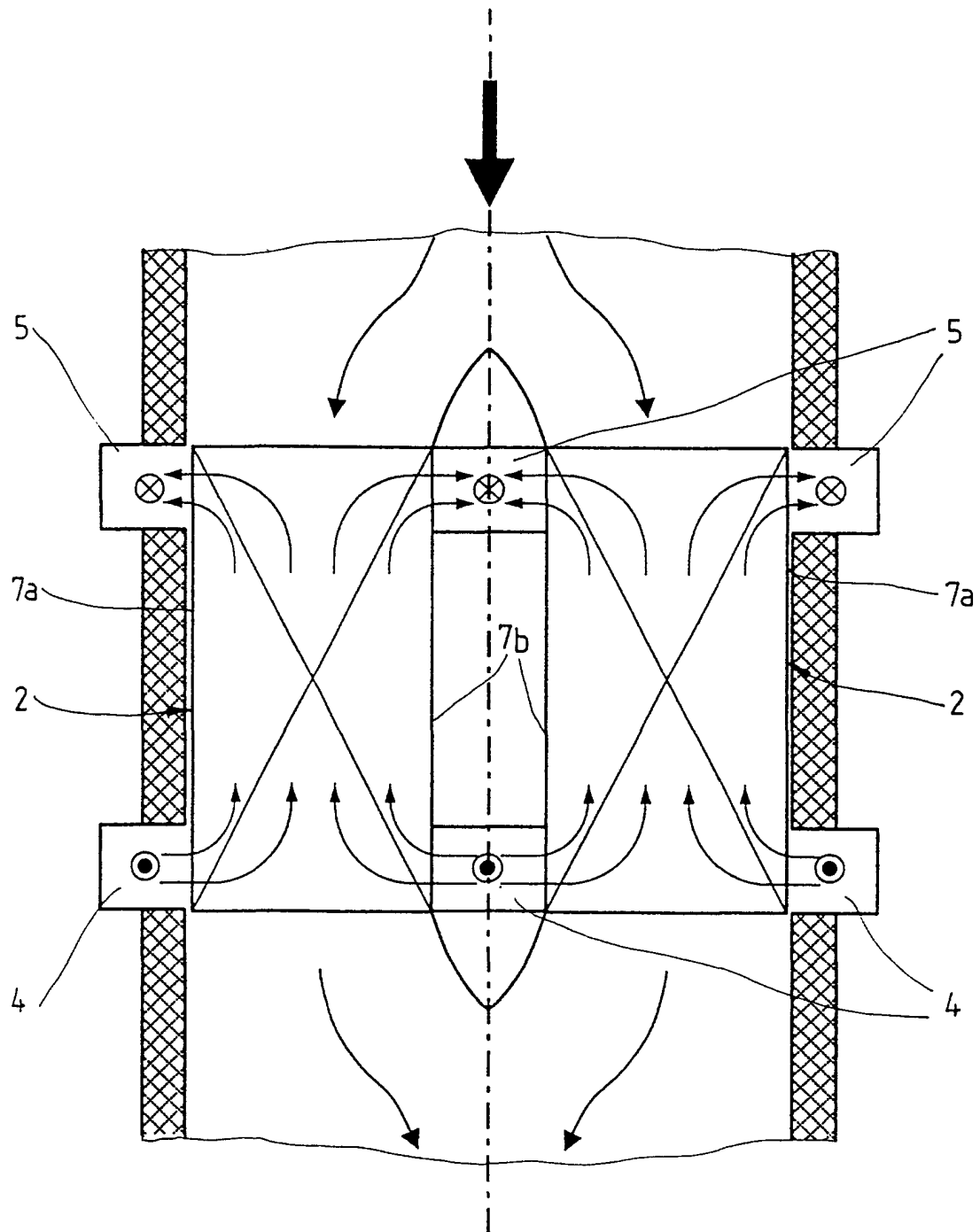


Fig. 4

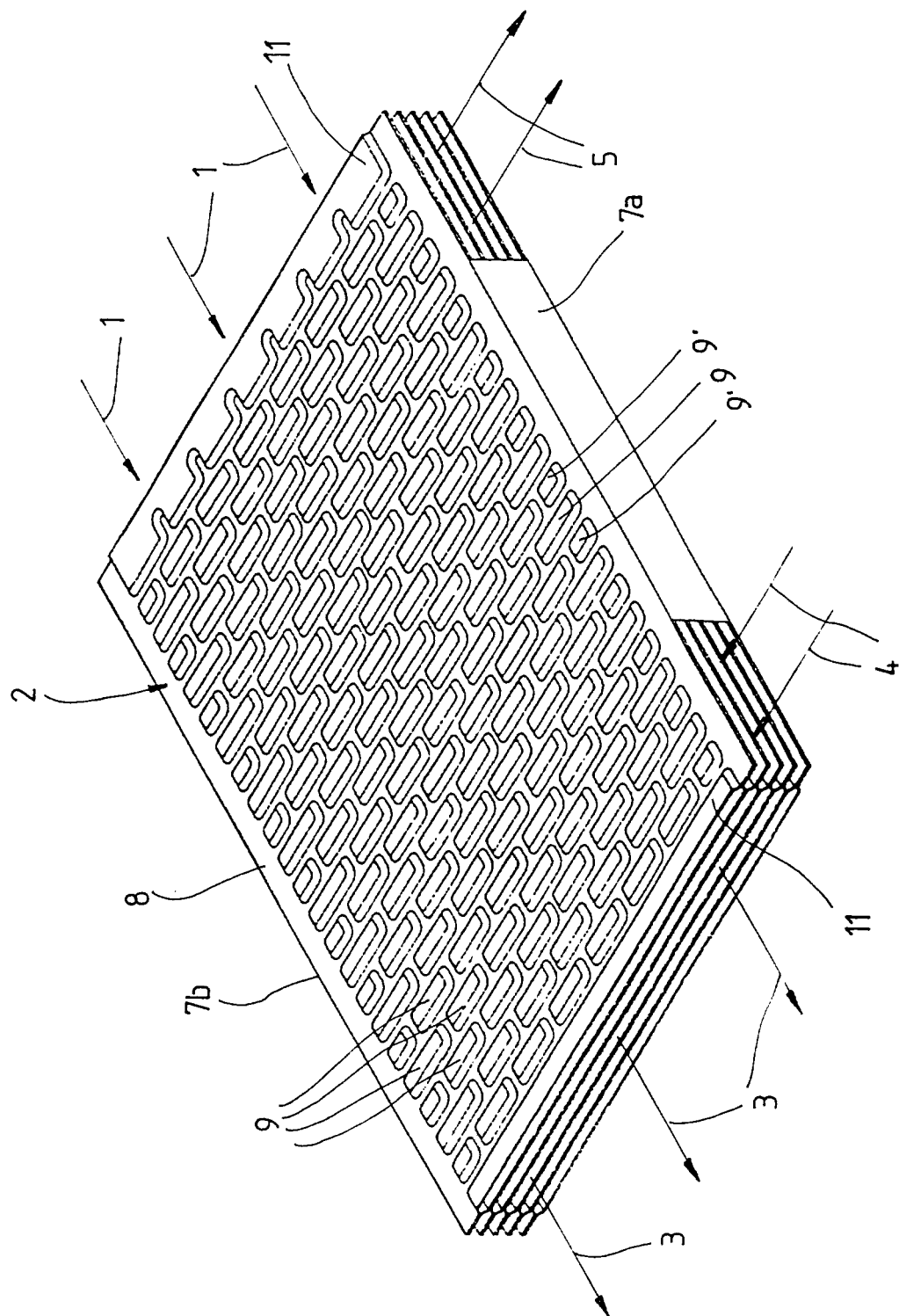


Fig. 5

