

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 134 534 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.09.2003 Patentblatt 2003/38

(51) Int Cl.7: **F28D 9/00**

(21) Anmeldenummer: **01104843.6**

(22) Anmeldetag: **28.02.2001**

(54) **Folie für einen aus Folien aufgebauten Verdampfer**

Sheet for an evaporator made up of sheets

Feuille pour un évaporateur constitué de feuilles

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **17.03.2000 DE 10013437**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.09.2001 Patentblatt 2001/38

(73) Patentinhaber: **Ballard Power Systems AG**
73230 Kirchheim / Teck-Nabern (DE)

(72) Erfinder:
• **Freitag, Oliver**
70180 Stuttgart (DE)
• **Tischler, Alois**
94501 Aidenbach (DE)

(74) Vertreter: **Beyer, Andreas, Dr. et al**
Wuesthoff & Wuesthoff,
Patent- und Rechtsanwälte,
Schweigerstrasse 2
81541 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 460 872 **FR-A- 2 496 861**
US-A- 5 226 474

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 011, no. 090 (M-573), 20. März 1987 (1987-03-20) & JP 61 243297 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 29. Oktober 1986 (1986-10-29)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 134 534 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Folie für einen aus Folien aufgebauten, insbesondere zweigängigen, Verdampfer zur Überführung eines flüssigen Medien-Massenstroms in einen gasförmigen Medien-Massenstrom nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

[0002] Ein entsprechender, in vergleichbarer Weise aus Folien aufgebauter eingängiger Verdampfer ist in der DE 44 26 692 C1 beschrieben. Die dort beschriebene, zweistufige Verdampfereinheit dient zum Überführen eines in Abhängigkeit einer Lastvorgabe einstellbaren flüssigen Reaktand-Massenstroms in einen gasförmigen Reaktand-Massenstrom, wobei der flüssige Reaktand-Massenstrom mit Hilfe eines Wärmeträgermediums in einer ersten Stufe zumindest teilweise verdampft und in einer zweiten Stufe gegebenenfalls vollständig verdampft und anschließend überhitzt wird. Dabei wird vorgeschlagen, daß die Verdampfereinheit durch abwechselndes Aufeinanderstapeln von Folien mit Wärmeträgerkanälen und von Folien mit Reaktionskanälen ausgebildet ist, und daß jeweils zumindest eine erste und eine zweite Stufe in einer Folie integriert sind, wobei die erste Stufe als Kanal mit minimierter Querschnittsfläche an der sich direkt an die Zuströmleitung anschließt ausgebildet ist, und daß die erste Stufe bei hohen Wärmeübergangszahlen betrieben wird, und weiter daß der Gesamtquerschnitt der Reaktionskanäle in der zweiten Stufe in Strömungsrichtung zunimmt.

[0003] Üblicherweise wird bei derartig aufgebauten Verdampfern der verdampfte Reaktand-Massenstrom aus jeder der Reaktions- bzw. Medienfolien in einen gemeinsamen Sammelraum im Austrittsbereich austreten und von dort wird über eine Austrittsleitung der gasförmige Reaktand-Massenstrom abgeleitet. In dem im Austrittsbereich angeordneten Sammelraum kann es dabei zu einer Durchmischung der aus den jeweiligen Reaktionsfolien strömenden Reaktand-Massenströmen kommen, so daß am Ausgang ein vergleichsweise gleichmäßig verdampfter Reaktand-Massenstrom vorliegt.

[0004] Dennoch weist eine derartige Verdampfereinheit den Nachteil auf, daß nicht sicher bestimmt werden kann in welchem Bereich der in die Folie eingebrachten Kanäle die eigentliche Verdampfung stattfindet, wodurch eine gleichmäßige Verteilung des zu verdampfenden Reaktand-Massenstroms in jeder der Folien selbst in nachteiliger Weise beeinflusst wird. Dieser Nachteil kann zwar durch die oben beschriebene Vermischung in dem Sammelraum teilweise aufgehoben werden, für die Effizienz und die bestmögliche Leistungsübertragung in der Verdampfereinheit wäre es jedoch wünschenswert, eine gleichmäßige Verteilung bereits in jeder der Folien zu bekommen. Ansonsten ist nämlich auch insgesamt mit sehr ungleichmäßig erwärmten bzw. verdampften Reaktand-Massenströmen zu rechnen, welche in Teilbereichen des Verdampfers bereits

überhitzt werden, wobei in anderen Teilbereichen und gegebenenfalls auch im Ausgangsbereich noch flüssige Tröpfchen in dem Reaktand-Massenstrom vorliegen. Im schlimmsten Fall können sich deshalb "kalte Kanäle" in der Verdampfereinheit ausbilden durch welche vergleichsweise kalte, gegebenenfalls sogar flüssige Anteile des Reaktand-Massenstroms durch die Verdampfereinheit gelangen.

[0005] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung eine ideale und daher gleichmäßige Verteilung des zu verdampfenden und des verdampften Mediums insbesondere im Austrittsbereich der Folien eines aus Folien aufgebauten Verdampfers zu erreichen.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

[0007] Dadurch, daß der Druckgradient in dem Medium nur in den wenigsten Fällen des gesamten Austrittsbereichs deutlich kleiner ist, als der Druckgradient über die durchströmte Länge der Medienfolie wird eine sehr gleichmäßige Verteilung des verdampften Mediums in dem Austrittsbereich erreicht. Letztlich wird dies auch dadurch in besonders vorteilhafter Weise unterstützt, daß der Austrittsbereich beheizbar ist.

[0008] Durch die sehr gleichmäßige Verteilung des Mediums über den gesamten Bereich, insbesondere über die gesamte Breite des Austrittsbereichs, welche durch den dort erheblich kleineren Druckgradienten als der Druckgradient über die durchströmte Länge, erreicht wird, kann sichergestellt werden, daß sich das Medium in dem Austrittsbereich sehr gleichmäßig verteilt, und daß keine Totzonen entstehen, in denen keine oder nur eine sehr geringe Medienströmung vorliegt. Damit kann erreicht werden, daß auch in dem in Strömungsrichtung direkt vor dem Austrittsbereich angeordneten Bereich der Medienfolie eine gleichmäßige Strömung und damit eine gleichmäßige Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Energie stattfindet, da es hier nicht durch sich im Austrittsbereich sammelndes, stehendes Medium zu einem "Rückstau" in dem Bereich der Medienfolie kommen kann.

[0009] Außerdem wird der Austrittsbereich in dem beheizten Bereich der Medienfolien angeordnet, so daß der Austrittsbereich über die reine Funktion eines Sammelraums hinausgeht und eine Durchmischung der über die Breite der jeweiligen Medienfolie austretenden gasförmigen Medienanteile in dem beheizten Austrittsbereich erfolgen kann. Damit kommt es zu einer sehr gleichmäßigen Verteilung des in der jeweiligen Folie verdampfenden Mediums, bevor dieses die Folie in einen Sammelraum verläßt welcher dann mehrere derartige Folien und eine Austrittsleitung miteinander verbindet.

[0010] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und dem anhand der Zeichnung nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispiel.

[0011] Es zeigt:

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Teil eines zweigängigen Verdampfers, und

Fig. 2 einen prinzipmäßigen Schnitt gemäß der Linie II-II in Fig. 1.

[0012] In Fig. 1 ist ein Folienpaket 1 eines in seiner Gesamtheit nicht dargestellten Verdampfers erkennbar. Der Verdampfer ist hier zweigängig aufgebaut. Dies bedeutet, daß der Verdampfer wenigstens zwei getrennte Eingänge für zwei Medien-Massenströme aufweist, entsprechend weist hier jedes der Folienpakete 1 eine erste Medienfolie 2 und eine zweite Medienfolie 3 auf. Zwischen den beiden Medienfolien 2, 3 ist hier eine Zwischenfolie 4 angeordnet. Diese drei Folien 2, 3, 4 sind dann zu dem Folienpaket 1 zusammengefaßt.

[0013] Auf wenigstens zwei Seiten des Folienpakets 1 sind dann weitere Räume 5 in denen einen Heizmedium strömt oder in denen die thermische Energie zur Beheizung der Folienpakete 1 in irgendeiner anderen Art, beispielsweise durch eine katalytische Verbrennung oder dergleichen, zur Verfügung stellt wird. Ein denkbarer Aufbau wäre beispielsweise das abwechselnde Übereinanderstapeln von Folienpaketen 1 und Räumen 5, wie dies hier ansatzweise dargestellt ist.

[0014] Die erste Medienfolie 2 weist einen der Verdampfung und/oder Überhitzung des ersten Medienstroms dienenden Verdampfungsbereich 6 auf, an welchen sich in der Strömungsrichtung des Medienstroms ein Ausgangsbereich 7 anschließt. Der Verdampfungsbereich 6 weist dabei Strukturen, Kanäle, Gänge oder dergleichen auf, die hier nicht explizit dargestellt sind, da sie an sich bekannt und für die Erfindung von untergeordnetem Interesse sind. Der Ausgangsbereich 7 der ersten Medienfolie 2 kann, muß jedoch nicht, frei von derartigen Strukturen sein.

[0015] Einen vergleichbaren Aufbau zeigt die zweite Medienfolie 3 welche ebenfalls einen Verdampfungsbereich 8 und einen Ausgangsbereich 9 aufweist.

[0016] Im Bereich des Ausgangsbereichs 7 der ersten Medienfolie 2 ist in der Zwischenfolie 4 eine Öffnung 10 angeordnet. Durch diese Öffnung 10 und eine Vertiefung 11 in der zweiten Medienfolie 3 ergibt sich somit eine starke Querschnittsvergrößerung im Bereich des Ausgangsbereichs 7, im Vergleich zu dem Verdampfungsbereich 6. Dieser Bereich der Querschnittsvergrößerung, welcher in hier dargestelltem Ausführungsbeispiel aus dem Ausgangsbereich 7, der Öffnung 10 und der Vertiefung 11 besteht, bildet in seiner Gesamtheit einen Austrittsbereich 12 für den Medien-Massenstrom in der ersten Medienfolie 2. Durch die Querschnittsvergrößerung wird sich im Bereich des Austrittsbereichs 12, ein weitaus geringerer Druckgradient einstellen als dies über die Lauflänge des Medienstroms in dem Verdampfungsbereich 6 der Fall ist.

[0017] In der zweiten Medienfolie 3, deren Verdampfungsbereich 8 hier eine geringere Lauflänge aufweist als der Verdampfungsbereich 6 der ersten Medienfolie

2, ist eine derartige Vergrößerung des Querschnitts im Bereich des Ausgangsbereichs 9 aufgrund von technischen Gegebenheiten, welche die Erfindung nicht betreffen und welche hier nicht weiter erläutert werden sollen, nicht erwünscht. Prinzipiell wäre es jedoch auch hier denkbar, beispielsweise durch das Einbringen einer punktiert angedeuteten Vertiefung 13 in die Zwischenfolie 4, einen dem Austrittsbereich 12 vergleichbaren Bereich zu schaffen.

[0018] In Fig. 2 ist nun ein prinzipmäßiger Schnitt durch die erste Medienfolie 2 bzw. eine Draufsicht auf die darunter angeordnete Zwischenfolie 4 erkennbar. Dabei ist der Austrittsbereich 9 der zweiten Medienfolie 3 verdeckt angedeutet. Er mündet in einen mit der zweiten Medienfolie 3 korrespondierenden Sammelraum 14, welcher sämtliche zweiten Medienfolien 3 der Folienpakete 1 untereinander verbindet, und welcher mit einer Austrittsleitung (nicht dargestellt) für den zweiten Medienstrom korrespondiert.

[0019] In der ersten Medienfolie 2 ist der Verdampferbereich 6 erkennbar durch welchen der erste Medienstrom gemäß der durch den Pfeil A angedeuteten Strömungsrichtung strömt. Im Ausgangsbereich 7 der ersten Medienfolie 2 sind dann die Öffnung 10 und die darunter angeordnete Vertiefung 11 in der zweiten Medienfolie 3, also der Austrittsbereich 12, erkennbar. Dieser sich in seinem Querschnitt vergrößernde Austrittsbereich 12 korrespondiert mit einem Sammelraum 15, welcher wiederum mit einer Austrittsleitung (nicht dargestellt) für den ersten Medienstrom verbunden ist.

[0020] Der Austrittsbereich 12 verläuft dabei über die gesamte Breite des Verdampfungsbereichs 6 der ersten Medienfolie 2, so daß sich über die gesamte Breite des Folienpaktes 1 der stark verringerte Druckgradient einstellen kann. Somit kann erreicht werden, daß es in diesem Austrittsbereich 12 zu einem sehr geringen Druckverlust und damit zu einer sehr gleichmäßigen Verteilung des aus dem Verdampfungsbereich 6 strömenden Mediums kommt.

[0021] Durch die gute Gleichverteilung wird außerdem ein "Rückstau" der Strömung in den Verdampferbereich 6 verhindert, welcher ansonsten insbesondere in dem dem Sammelraum 15 abgewandten Ende des Austrittsbereichs 12 bzw. des Verdampfungsbereichs 6 auftreten könnte. Damit kann die gesamte Fläche des Verdampfungsbereichs 6 für die bestimmungsgemäße Aufgabe, nämlich die Überführung des flüssigen Medien-Massenstroms in den gasförmigen Medien-Massenstrom, genutzt werden, was letztendlich eine bessere Leistungsübertragung je Flächeneinheit ermöglicht, und was wiederum zu einem kleineren Gesamt-Bau-raum des Verdampfers führen kann. Auch erhöhte Materialspannungen durch einen sehr hohen Temperaturgradienten im Bereich von stehendem Medium in dem Folienpaket 1 können verhindert oder zumindest reduziert werden.

[0022] Dadurch, daß der Bereich in dem Austrittsbereich 12, in der Art in dem Folienpaket 1 angeordnet ist,

daß er, ebenso wie die Verdampfungsbereiche 6, 8 und der Ausgangsbereich 9, in direktem wärmeleitendem Kontakt mit den Räumen 5 zur Beheizung steht, wird erreicht, daß der Austrittsbereich 12 durchgehend beheizt ist, was ebenfalls die Bildung von "kalten" Totzonen der Strömung des Medien-Massenstroms verhindert und die gleichmäßige Verteilung und Durchmischung des Medien-Massenstroms vor dem Eintreten in den Sammelraum 15 stark verbessert.

[0023] Selbstverständlich sind auch andere Bauformen eines Folienpakets 1 möglich, welche den gleichen, oder einen zumindest sehr ähnlichen Effekt erreichen würden.

[0024] Beispielsweise könnten in die Zwischenfolie im Bereich der Ausgangsbereiche 7, 9 lediglich entsprechende Vertiefungen eingearbeitet und auf eine Öffnung 10 in der Zwischenfolie 4 verzichtet werden, so daß auch eine gleiche Lauflänge der Medien-Massenströme in den beiden Medienfolien 2, 3 durchaus denkbar wäre.

[0025] Bei den eingesetzten Folien 2, 3, 4 kann es sich beispielsweise um dünne Platten bzw. Folien aus einem hochlegierten Stahlwerkstoff handeln, in die die Vertiefungen 11 und die Strukturen in der Verdampfungsbereichen 6, 8 eingätzt sind.

Patentansprüche

1. Folie für einen aus Folien aufgebauten, insbesondere zweigängigen, Verdampfer zur Überführung eines flüssigen Medien-Massenstroms in einen gasförmigen Medien-Massenstrom, mit beheizbaren Folienpaketen, wobei jedes Folienpaket wenigstens eine von dem Medium durchströmte Medienfolie sowie wenigstens eine weitere Folie aufweist und wobei jedes Folienpaket einen Eintrittsbereich für das flüssige Medium und einen Austrittsbereich für das gasförmige Medium aufweist.

dadurch gekennzeichnet, daß

der Austrittsbereich (12) derart ausgebildet ist, daß ein Druckgradient in dem Medium über die wenigstens annähernd gesamte Breite des Austrittsbereichs (12) deutlich kleiner ist, als ein Druckgradient in dem Medium über die wenigstens annähernd gesamte, durchströmte Länge der Medienfolie (2,3), wobei der Austrittsbereich (12) beheizbar ist.

2. Folie nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der durchströmte Querschnitt über die wenigstens annähernd gesamte Breite des Austrittsbereichs (12) deutlich größer ist als über die durchströmte Länge der Medienfolie (2,3).
3. Folie nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Austrittsbereich (12) in beheizbaren Bereich

des Folienpakets (1) angeordnet ist.

4. Folie nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Austrittsbereich (12) durch in der wenigstens einen weiteren Folie (3,4) angeordnete Ausnehmungen (10,11) gebildet ist.
5. Folie nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei einem zweigängigen Verdampfer das Folienpaket (1) zwei Medienfolien (2,3) und eine Zwischenfolie (4) aufweist, wobei die Zwischenfolie (4) im Bereich des Austrittsbereichs (12) der einen der Medienfolien (2) wenigstens eine Öffnung (10) aufweist, und wobei die andere der Medienfolien (3) im Bereich der wenigstens einen Öffnung (10) Vertiefungen (11) aufweist.

Claims

1. A lamina for an evaporator composed of laminae, in particular a two-pass evaporator for converting a liquid media mass stream into a gaseous media mass stream, comprising heatable lamina stacks, wherein each lamina stack has at least one media lamina perfused by the media and at least one further lamina, and wherein each lamina stack has an inlet area for the liquid media and an discharge area for the gaseous media, **characterised in that** the discharge area (12) is designed such that a pressure gradient in the media over the at least approximately entire width of the discharge area (12) is considerably smaller than a pressure gradient in the media over the at least approximately entire perfused length of the media lamina (2, 3), wherein the discharge area (12) is adapted to be heated.
2. The lamina according to Claim 1, **characterised in that** the perfused cross-section over the at least approximately entire width of the discharge area (12) is considerably larger than the perfused length of the media lamina (2, 3).
3. The lamina according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the discharge area (12) is arranged in the heatable area of the lamina stack (1).
4. The lamina according to Claim 1, 2 or 3, **characterised in that** the discharge area (12) is formed by recesses (10, 11) arranged in the at least one further lamina (3, 4).
5. The lamina according to one of Claims 1 to 4,

characterised in that

in a two-pass evaporator the lamina stack (1) comprises two media laminae (2, 3) and an intermediate lamina (4), with the intermediate lamina (4) comprising at least one aperture (10) in the region of the discharge area (12) of the one of the media laminae (2), and the other of the media laminae (3) comprising indentations (11) in the region of the at least one aperture (10).

10

Revendications

1. Feuille destinée à un évaporateur constitué de feuilles, et plus particulièrement à double passage, destiné à transformer un flux massique aqueux en un flux massique gazeux et constitué de paquets de feuilles pouvant être chauffés, chaque paquet de feuilles présentant au moins une feuille traversée par le milieu, ainsi qu'au moins une autre feuille, et affichant un domaine d'entrée pour le milieu aqueux et un domaine de sortie pour le milieu gazeux,

15

caractérisée en ce que

le domaine de sortie (12) est conçu de telle sorte qu'un gradient de pression dans le milieu sur au moins quasiment toute la largeur du domaine de sortie (12) est considérablement plus faible qu'un gradient de pression dans le milieu sur au moins quasiment toute la longueur traversée de la feuille (2, 3), le domaine de sortie (12) pouvant être chauffé.

25

30

2. Feuille selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la section traversée sur au moins quasiment toute la largeur du domaine de sortie (12) est considérablement plus grande que sur la longueur traversée de la feuille (2, 3).

35

3. Feuille selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le domaine de sortie (12) est disposé dans une zone du paquet de feuilles (1) pouvant être chauffée.

40

4. Feuille selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisée en ce que** le domaine de sortie (12) est constitué par des évidements (10, 11) disposés dans au moins une autre feuille (3, 4).

45

5. Feuille selon la revendication 1 à 4, **caractérisée en ce que**, dans le cadre d'un évaporateur à double passage, le paquet de feuilles (1) présente deux feuilles (2, 3) et une feuille intermédiaire (4), la feuille intermédiaire (4) présentant au moins une ouverture (10) dans la zone du domaine de sortie (12) de l'une des feuilles (2), et l'autre feuille (3) présentant des cavités (11) dans la zone au moins d'une ouverture (10).

50

55

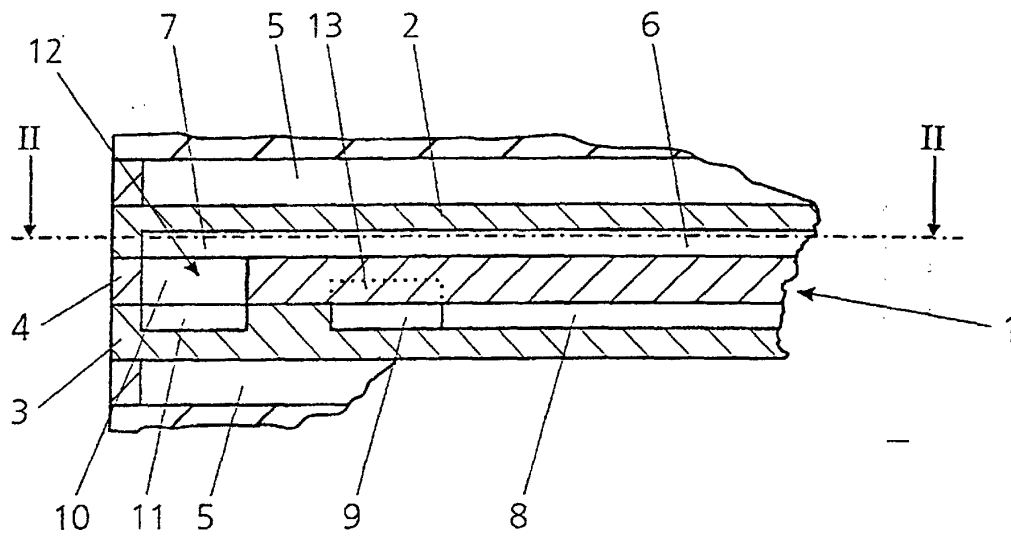


Fig. 1

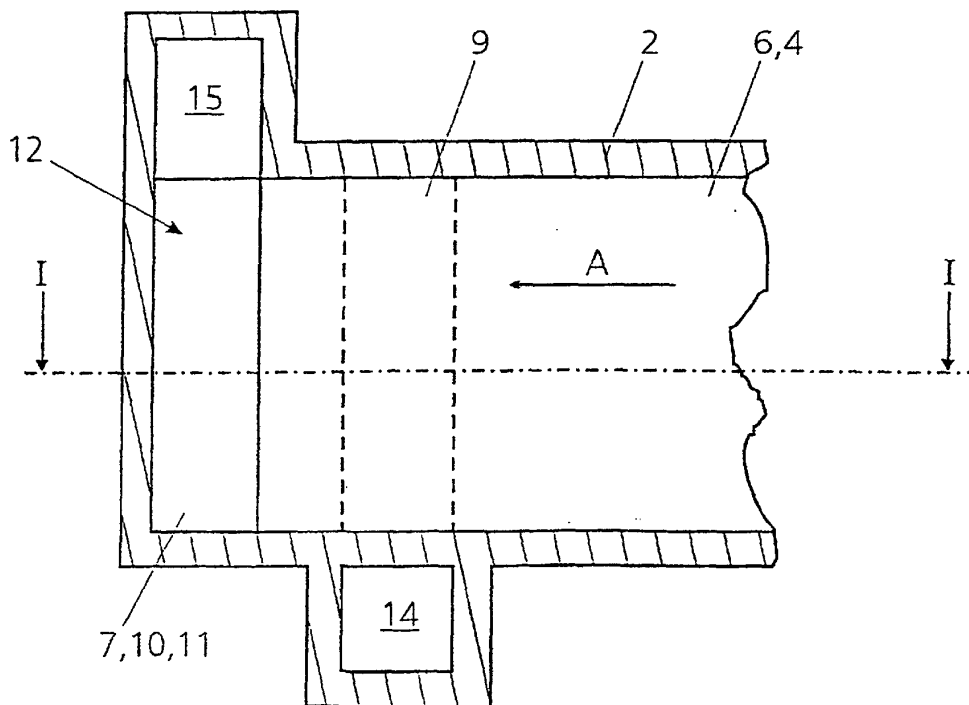


Fig. 2