

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer: **0 135 188**
B1

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
29.04.87

51

Int. Cl. 4: **F 28 F 21/00, F 28 F 19/00,**
F 28 D 21/00

21

Anmeldenummer: **84110858.2**

22

Anmeldetag: **12.09.84**

54

Glasrohr-Wärmetauscher.

30

Priorität: **14.09.83 DE 3333057**

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.03.85 Patentblatt 85/13

45

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.04.87 Patentblatt 87/18

84

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH FR GB IT LI LU NL SE

56

Entgegenhaltungen:
FR-A-1 145 912
FR-A-2 323 951
GB-A-2 108 258

73

Patentinhaber: **Kähmann, Peter, Heintzmannstrasse**
161, D-4630 Bochum (DE)
Patentinhaber: **Schmidt, Leopold, Fritz- Winter-**
Strasse 21, D-2703 Bönen (DE)

72

Erfinder: **Kähmann, Peter, Heintzmannstrasse 161,**
D-4630 Bochum (DE)
Erfinder: **Schmidt, Leopold, Fritz- Winter- Strasse**
21, D-2703 Bönen (DE)

74

Vertreter: **Behrendt, Arne, Dipl.- Ing., Am**
Waldschlösschen 11, D-4630 Bochum- Weitmar
(DE)

EP 0 135 188 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Glasrohr-Wärmetauscher zur Erwärmung des gewaschenen Reingasstromes einer Abgasreinigungsanlage mit heißem Rohgas, bei welchem das heiße Rohgas durch die Glasrohre und das gewaschene Reingas durch das Wärmetauschergehäuse geführt wird, dessen mit dem Reingas in Berührung kommende Außenwände doppelwandig ausgeführt und beheizt sind.

Glasrohr-Wärmetauscher der genannten Art werden beispielsweise in der Abgasreinigung von Müllverbrennungsanlagen verwendet, die bekanntlich besonders viele Schadstoffe enthalten und ungereinigt nicht emittiert werden dürfen. Für das Erwärmen des gewaschenen Reingases mit der Wärme des heißen Rohgases werden in derartigen Gasreinigungsanlagen Glasrohr-Wärmetauscher verwendet, weil sich das Material Glas als besonders widerstandsfähig gegen aggressive Bestandteile erwiesen hat, die im Rohgas und - wenn auch in geringerer Menge - im Reingas vorhanden sind. Diejenigen Teile des Glasrohr-Wärmetauschers, die nicht aus Glas gefertigte werden können, bestehen aus korrosionsfestem metallischem Werkstoff, z.B. Chromnickelstahl mit extrem hohen Nickelanteilen.

Trotz Verwendung solcher korrosionsbeständiger Legierungen, die sehr teuer sind, kommt es bei den nach dem Stande der Technik bekannten Wärmetauschern oft zu einer Lochfraß- sowie Spannungsrisskorrosion und Schwefelsäurekorrosion an den mit dem Rohgas oder dem Reingas in Verbindung kommenden Außenwandteilen und Anschlußflanschen des Wärmetauschers, und zwar überall dort, wo der Taupunkt unterschritten wird. Bei einem nach dem Stande der Technik (DE-OS 31 42 485) bekannten Wärmetauscher der genannten Art ist zwar bereits versucht worden, die Taupunktunterschreitungen im Bereich der Außenwände des Wärmetauschers auf der Reingasseite dadurch zu vermeiden, daß die Außenwände doppelwandig ausgeführt sind und durch die Hohlräume der Außenwände heißes Rohgas geleitet wird.

Es steht jedoch zu erwarten, daß auch bei dieser Bauweise die oben angeführten Korrosionsarten an den genannten Gehäuseteilen nicht zuverlässig vermieden werden können, weil hier das heiße Rohgas, das die Schadstoffe in wesentlich höheren Konzentrationen enthält, mit von dem einströmenden kalten und gesättigten Reingas gekühlten Wandteilen in Berührung kommt, so daß Taupunktunterschreitungen auf der mit dem Rohgas in Berührung kommenden Seite der Wand auftreten können und der Lochfraß sowie die Schwefelsäurekorrosion von dieser Seite der Wand her einsetzen. Die zuletzt genannte Gefahr ist insofern besonders groß, als das durch die Hohlräume der Außenwände strömende heiße Rohgas über seinen

Strömungsweg Wärme verliert und auch dort noch mit den von dem einströmenden Reingas gekühlten Wandteilen in Berührung kommt, wo es schon den größten Teil seines Wärmehaltes verloren hat. Weiterhin besteht die Gefahr, daß die sich aus dem heißen Rohgas abscheidenden Feststoffe und Sublimationsprodukte in den Hohlräumen der Außenwände festsetzen und sich von dort - im Gegensatz zu den Glasrohren - nur schwer wieder entfernen lassen. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß die hohl ausgebildeten Außenwände, die als Plattenwärmetauscher zu sehen sind und das Rohgas abkühlen, aufgrund der mit sinkender Temperatur des Rohgases zunehmenden Korrosionsgefahr auch außen aus den erwähnten hochkorrosionsfesten und teuren Speziallegierungen bestehen müssen. Durch unterschreiten der Taupunkttemperatur des Rohgases kann es auch an der nach außen weisenden Wand rohgasseitig zu Schwefelsäurekorrosion kommen. Somit wird das Korrosionsproblem lediglich von der Reingas- auf die Rohgasseite verlagert.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, den Glasrohrwärmetauscher der eingangsgenannten Art dahingehend weiterzubilden, daß Korrosion durch Unterschreitung des Taupunktes zuverlässig vermieden wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ausgehend von einem Glasrohr-Wärmetauscher der eingangsgenannten Art vor, daß in den Hohlräumen der Außenwände erwärmte Frischluft zirkuliert; die von einem Ventilator in Bewegung gehalten wird.

Beim Glasrohr-Wärmetauscher gemäß der Erfindung zirkuliert in den Hohlräumen der Außenwände lediglich erwärmte Frischluft, so daß eine Korrosion von diesen Hohlräumen her ausgeschlossen ist. Durch eine entsprechende Erwärmung dieser Luft ist es ohne weiteres möglich, die mit dem kalten und gesättigten Reingas in Berührung kommenden Wandteile ausreichend warm zu halten, so daß sich dort keine korrosiven Niederschläge bilden können. Weiterhin hat der Glasrohr-Wärmetauscher gemäß der Erfindung den Vorteil, daß die die Hohlräume der Außenwand nach außen begrenzenden Wandteile aus normalem Stahlblech gefertigt werden können, da diese Wandteile mit keinem korrosivem Gas in Berührung kommen.

Die Beheizung der in den Hohlräumen der Außenwände zirkulierenden Luft erfolgt zweckmäßig mittels Heizelementen, die in den Hohlräumen der Wände angeordnet sind. Hierdurch ist es möglich, die Wärme in den Hohlräumen optimal und den Bedürfnissen entsprechend zu verteilen.

Aus Gründen der Energieersparnis empfiehlt es sich, als Heizelemente von heißem Rohgas durchströmte Glasrohre zu verwenden.

Dabei ergeben sich besondere konstruktive Vorteile, wenn die als Heizelemente dienenden Glasrohre parallel zu den Glasrohren des

Wärmetauschers verlaufen und in denselben Rohrböden gelagert sind wie diese. Hierdurch wird automatisch ein Teilstrom des heißen Rohgases vor dem ersten Rohrboden für die Beheizung der als Glasrohre ausgebildeten Heizelemente abgezweigt und vereinigt sich im Gassammelraum hinter dem zweiten Rohrboden wieder mit diesem.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß die Hohlräume der Außenwände jeweils durch eine parallel zur Wandebene verlaufende Zwischenwand geteilt ausgebildet sind, wobei die Heizelemente in dem außen liegenden Teil des Hohlraumes angeordnet sind und die beiden Teile des Hohlraumes so miteinander verbunden sind, daß die zirkulierende Luft zunächst den außen liegenden Hohlraum und danach den innen liegenden Hohlraum durchströmt. Hierdurch wird sichergestellt, daß der zirkulierende Luftstrom zunächst in seiner Gesamtheit stark erwärmt wird und dann mit den zu erwärmenden Wandteilen intensiv in Kontakt gebracht wird.

Zweckmäßig verläuft der aufgeheizte Luftstrom in dem innen liegenden Hohlraum in der gleichen Richtung wie der das Gehäuse durchströmende Reingasstrom. Durch diese Maßnahme werden die mit dem einströmenden, noch nicht erwärmten Reingas in Kontakt kommenden Wandteile besonders stark erwärmt, weil die den innen liegenden Hohlraum durchströmende Luft natürlich im Einströmungsbereich noch am wärmsten ist. Hierdurch werden Taupunktunterschreitungen gerade in diesem kritischen Bereich zuverlässig vermieden.

Zum gleichen Zweck kann gegebenenfalls dem innen liegenden Hohlraum zusätzlich ein separates Zuheizelement zugeordnet sein. Dieses Zuheizelement wird eingeschaltet, wenn z.B. beim Anfahren der Anlage der Rohgasstrom noch nicht ausreichend heiß ist oder während des laufenden Betriebes Zeiträume eintreten, in denen die Rohgastemperatur absinkt, oder wenn durch vorgeschaltete Anlagenteile bedingt die Rohgastemperatur zu niedrig ist und durch reine Wärmerückgewinnung aus dem Rohgas eine Wandtemperatur oberhalb der Taupunkttemperatur des Reingases nicht zu erreichen ist.

Um Taupunktunterschreitungen auch im Bereich der Anschlußflansche des Reingaskanales zu vermeiden, ist schließlich vorgesehen, daß der Rohgasverteilteraum vor dem einen Rohrboden und der Rohgassammelraum hinter dem anderen Rohrboden unmittelbar bis an den Anschlußflansch des Reingaskanales reichen. Hierdurch wird dieser Flansch derart beheizt, daß auch dort Taupunktunterschreitungen ausgeschlossen sind.

Zum gleichen Zweck kann auch im Anschlußflansch des Reingaskanales ein Kanal ausgebildet sein, durch welchen ein Teilstrom der erwärmten Frischluft geführt ist. Dieses Merkmal ist insbesondere dann anzuwenden, wenn die oben angeführten Temperaturprobleme

auftreten. Die durch diesen Kanal geführte erwärmte Frischluft kann anschließend je nach Bedarfsfall dem Rohgas oder dem Reingas zugeführt werden oder in die Atmosphäre abgeleitet werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden an Hand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Stirnansicht eines Glasrohr-Wärmetauschers gemäß der Erfindung, Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie A-B in Fig. 1

Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie C - D in Fig. 1

Der in der Zeichnung dargestellte Glasrohr-Wärmetauscher weist ein quaderförmiges Gehäuse 1 auf, in welches zwei Rohrböden 2 und 3 eingezogen sind, in denen Glasrohre 4 gelagert sind. Vor dem ersten Rohrboden 2 befindet sich ein Rohgasverteilteraum 5, in den der nicht dargestellte Rohgaskanal einmündet. Hinter dem zweiten Rohrboden 3 befindet sich ein Rohgassammelraum 6, an den sich der nicht dargestellte Rohgasabführungskanal anschließt. Das Reingas durchströmt den Glasrohr-Wärmetauscher senkrecht zu den Glasrohren 4, d. h. in Fig. 1 senkrecht zur Fbenc der Zeichnung. Der nicht dargestellte Reingaszufuhrkanal und der ebenfalls nicht dargestellte Reingasabführungskanal sind an einander gegenüberliegenden Seiten des quaderförmigen Gehäuses 1 angeschlossen. Die freibleibenden Außenwände des Gehäuses 1 sind doppelwandig ausgebildet und weisen eine in eine äußere Wand 7a und eine innere Wand 7b geteilte Wand 7 auf. Der von der äußeren Wand 7a und der inneren Wand 7b umschlossene Hohlraum 8 ist von einer Zwischenwand 7c unterteilt in einen äußeren Hohlraum 8a und einen inneren Hohlraum 8b. An die beiden Hohlräume 8a und 8b sind der Druckstutzen und der Saugstutzen eines Ventilators 9 derart angeschlossen, daß die von dem Ventilator geförderte Luft zunächst den äußeren Hohlraum 8a und danach den inneren Hohlraum 8b im Kreislauf durchströmt.

In dem äußeren Hohlraum 8a ist eine Reihe von Heizelementen eingebaut, die als vom heißen Rohgas durchströmte Glasrohre 10 ausgebildet sind. Die Glasrohre 10 verlaufen parallel zu den Glasrohren 4 des Glasrohr-Wärmetauschers und sind wie diese in dessen Rohrböden 2 und 3 eingesetzt, werden also vom Rohgasverteilteraum 5 her mit heißem Rohgas versorgt und münden in den Rohgassammelraum 6 ein. Die von den Glasrohren 10 erwärmte Frischluft durchströmt den inneren Hohlraum 8b in der gleichen Richtung, wie das Reingas das Gehäuse 1 durchströmt, so daß die innere Wand 7b dort am stärksten erwärmt wird, wo das noch kühle und gesättigte Reingas mit ihr in Berührung kommt. Im Einströmungsbereich des inneren Hohlraumes 8b können gegebenenfalls zusätzliche Zuheizelemente, z.B. in Form von Flammrohren 11 angeordnet sein, die im Bedarfsfalle für eine zusätzliche Erwärmung

sorgen.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, reicht der Rohgassammelraum 6 hinter dem Rohrboden 3 bis unmittelbar an den Anschlußflansch 12 des Reingaskanales, so daß auch in diesem kritischen Bereich eine ausreichende Erwärmung gewährleistet ist. In gleicher Weise könnte gegebenenfalls der Rohgasverteilteraum 5 auf der gegenüberliegenden Seite ausgebildet sein.

Beim in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist jedoch auf der Einströmseite des Reingases durch ein aufgeschweißtes Blech 13 ein entlang dem Anschlußflansch 14 verlaufender Kanal 15 gebildet, durch welchen ein Teilstrom der erwärmten Frischluft geführt ist. Der bei dieser Art der Flanschbeheizung auftretende geringe Frischluftverlust wird an der Saugseite des Ventilators 9 ergänzt.

Patentansprüche

1. Glasrohr-Wärmetauscher zur Erwärmung des gewaschenen Reingasstromes einer Abgas-Reinigungsanlage mit heißem Rohgas, bei welchem das heiße Rohgas durch die Glasrohre und das gewaschene Reingas durch das Wärmetauschergehäuse geführt wird, dessen mit dem Reingas in Berührung kommenden Außenwände doppelwandig ausgeführt und beheizt sind,

dadurch gekennzeichnet, daß in den Hohlräumen (8) der Außenwände (7) erwärmte Frischluft zirkuliert, die von einem Ventilator (9) in Bewegung gehalten wird.

2. Glasrohr-Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in den Hohlräumen (8) der Außenwände (7) Heizelemente (10) angeordnet sind.

3. Glasrohr-Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizelemente als vom heißen Rohgas durchströmte Glasrohre (10) ausgebildet sind.

4. Glasrohr-Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die als Heizelemente dienenden Glasrohre (10) parallel zu den Glasrohren (4) des Wärmetauschers verlaufen und in demselben Rohrböden (2, 3) gelagert sind wie diese.

5. Glasrohr-Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlräume (8) der Außenwände (7) jeweils durch eine parallel zur Wandebene verlaufende Zwischenwand (7c) geteilt ausgebildet sind, wobei die Heizelemente (10) in dem außen liegenden Teil des Hohlraumes (8) angeordnet sind und die beiden Teile des Hohlraumes (8) so miteinander verbunden sind, daß die zirkulierende Luft zunächst den außen liegenden Hohlraum (8a) und danach den innen liegenden Hohlraum (8b) durchströmt.

6. Glasrohr-Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftstrom in

dem innen liegenden Hohlraum (8b) in der gleichen Richtung wie der das Gehäuse (1) durchströmende Reingasstrom verläuft.

7. Glasrohr-Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem innen liegenden Hohlraum (8b) zusätzlich mindestens eine Zuheizeinrichtung (11) zugeordnet ist.

8. Glasrohr-Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Rohgasverteilteraum (5) vor dem einen Rohrboden (2) und der Rohgassammelraum (6) hinter dem anderen Rohrboden (3) unmittelbar bis an den Anschlußflansch (12) des Reingaskanales reichen.

9. Glasrohr-Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Anschlußflansch (14) auf der Einströmseite des Reingases ein Kanal (15) ausgebildet ist, durch welchen ein Teilstrom der erwärmten Frischluft geführt ist.

Claims

1. A glass tube heat exchanger for heating the scrubbed clean gas flow of a waste-gas cleaning installation with hot crude gas in which the hot crude gas is passed through the glass tubes and the scrubbed clean gas is passed through the heat exchanger housing whose outside walls which come into contact with the clean gas are of a double-wall structure and are heated characterised in that heated fresh air circulates in the cavities (8) of the outside walls (7), the fresh air being kept moving by a fan (9).

2. A glass tube heat exchanger according to claim 1 characterised in that heating elements (10) are arranged in the cavities (8) in the outside walls (7).

3. A glass tube heat exchanger according to claim 2 characterised in that the heating elements are in the form of glass tubes (10) through which flows the hot crude gas.

4. A glass tube heat exchanger according to claim 3 characterised in that the glass tubes (10) serving as heating elements extend parallel to the glass tubes (4) of the heat exchanger and are mounted in the same tube plate (2, 3) as same.

5. A glass tube heat exchanger according to claims 1 to 4 characterised in that the cavities (8) in the outside walls (7) are respectively divided by a partition (7c) which extends parallel to the plane of the wall, wherein the heating elements (10) are arranged in the outward part of the cavity (8) and the two parts of the cavity (8) are so interconnected that the circulating air flows firstly through the outward cavity (8a) and thereafter through the inward cavity (8b).

6. A glass tube heat exchanger according to claim 5 characterised in that the air flow in the inward cavity (8b) is in the same direction as the clean gas flow through the housing (1).

7. A glass tube heat exchanger according to

one or more of claims 1 to 6 characterised in that at least one heating-up means (11) is additionally associated with the inward cavity (8b).

8. A glass tube heat exchanger according to claims 1 and 4 characterised in that the crude gas distributor chamber (5) upstream of the one tube plate (2) and the crude gas collecting chamber (8) downstream of the other tube plate (3) extend directly to the connecting flange (12) of the clean gas passage.

9. A glass tube heat exchanger according to claim 1 characterised in that provided in the connecting flange (14) on the clean gas in-flow side is a passage (15) through which is passed a partial flow of the heated fresh air.

Revendications

1. Echangeur thermique à tubes de verre servant à chauffer le courant de gaz purifié d'une installation d'épuration de gaz perdus au moyen de gaz brut chaud, dans lequel le gaz brut chaud est conduit à travers les tubes de verre et le gaz purifié est conduit à travers l'enveloppe de l'échangeur thermique, dont les parois extérieures en contact avec le gaz purifié sont doubles et sont chauffées, caractérisé en ce que les intervalles (8) des parois extérieures (7) sont parcourus par de l'air neuf chauffé qui est maintenu en mouvement par un ventilateur (9).

2. Echangeur thermique à tubes de verre selon la revendication 1, caractérisé en ce que des corps de chauffe (10) sont disposés dans les intervalles (8) des parois extérieures (7).

3. Echangeur thermique à tubes de verre selon la revendication 2, caractérisé en ce que les corps de chauffe consistent en tubes de verre (10) parcourus par le gaz brut chauffé.

4. Echangeur thermique à tubes de verre selon la revendication 3, caractérisé en ce que les tubes de verre (10) servant de corps de chauffe sont parallèles aux tubes de verre (4) de l'échangeur thermique et sont disposés dans la même plaque tubulaire (2,3) que ceux-ci.

5. Echangeur thermique à tubes de verre selon les revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les intervalles (8) des parois extérieures (7) sont séparés chacun par une cloison (7c) parallèle au plan de la cloison, les corps de chauffe (10) étant disposés dans la partie extérieure de l'intervalle (8) et les deux parties de l'intervalle (8) étant reliées entre elles de façon que l'air circulant traverse d'abord l'intervalle (8a) extérieur puis l'intervalle intérieur (8b).

6. Echangeur thermique à tubes de verre selon la revendication 5, caractérisé en ce que le courant d'air circule dans la même direction dans l'intervalle intérieur (8b) que le courant de gaz purifié traversant l'enveloppe (1).

7. Echangeur thermique à tubes de verre selon une ou plusieurs des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'au moins un système de chauffage d'appoint (11) est adjoind dans

l'intervalle intérieur (8b).

8. Echangeur thermique à tubes de verre selon les revendications 1 et 4, caractérisé en ce que le compartiment répartiteur de gaz brut (5) en amont de l'une des plaques tubulaires (2) et le compartiment collecteur de gaz brut (6) en aval de l'autre plaque tubulaire (3) s'étendent directement jusqu'à la bride de raccordement (12) du conduit de gaz purifié.

9. Echangeur thermique à tubes de verre selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un conduit (15) est disposé dans la bride de raccordement (14) du côté de l'entrée du courant de gaz purifié pour qu'une partie du courant de l'air neuf chauffé y passe.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

FIG.1

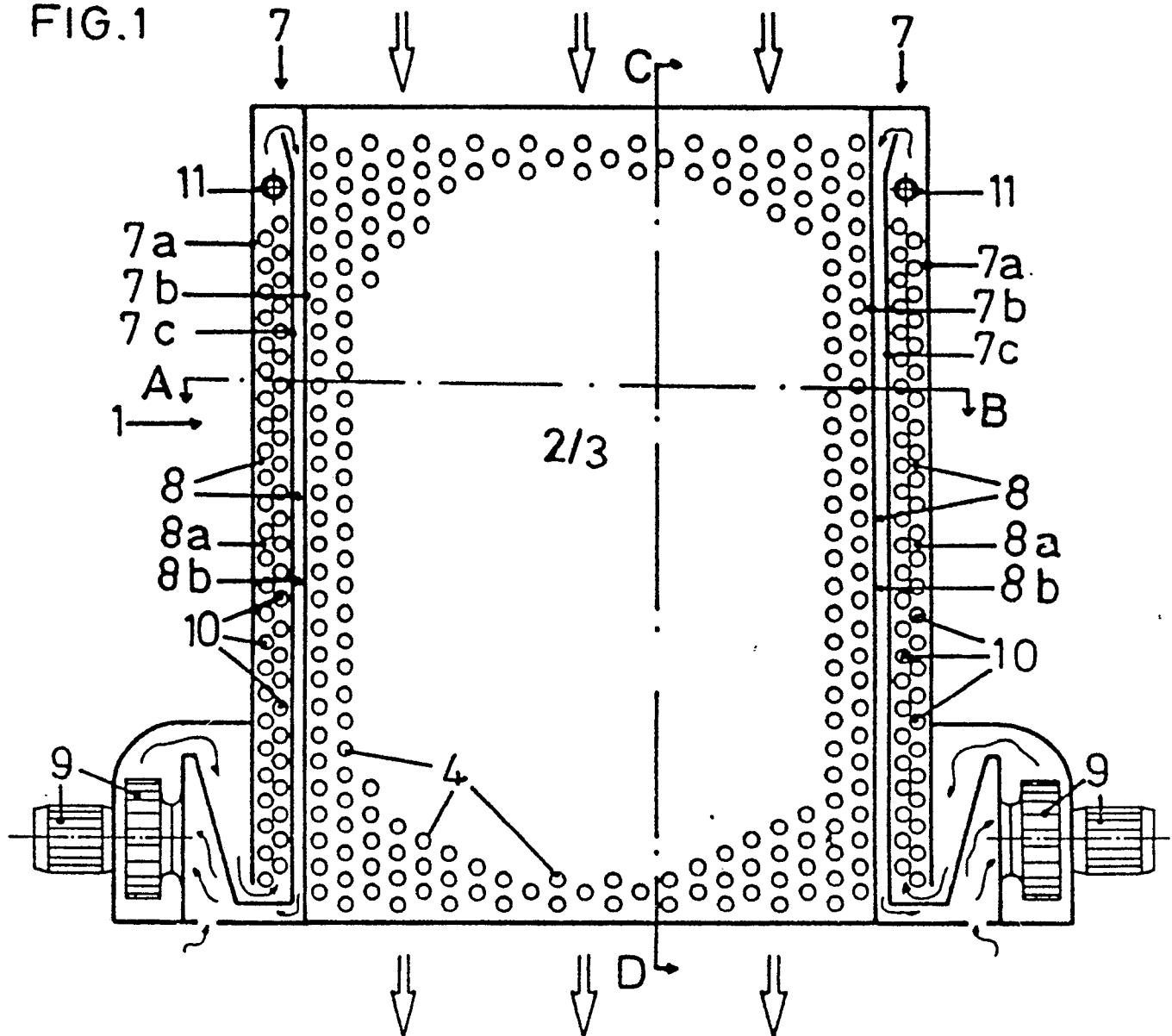
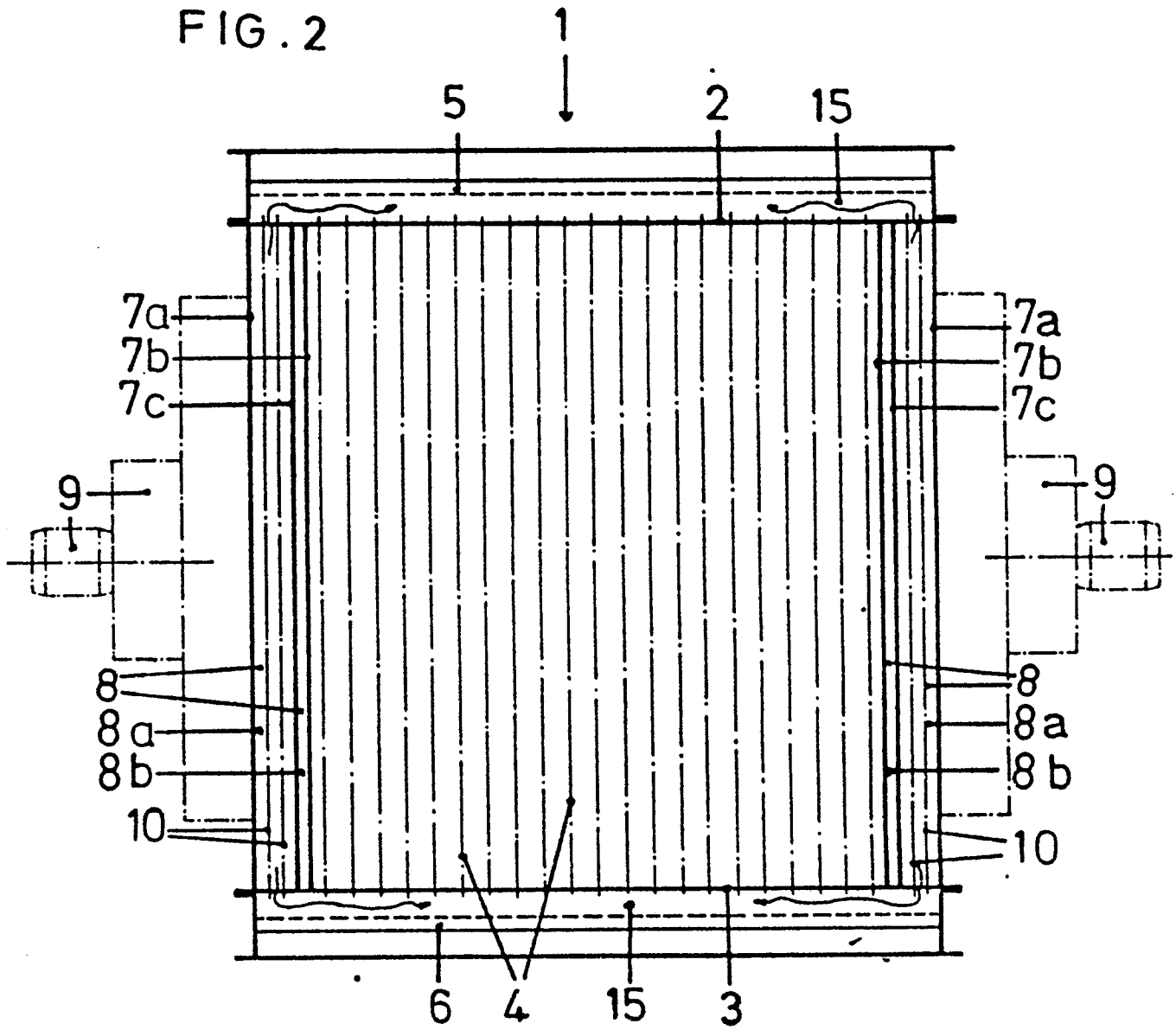


FIG. 2



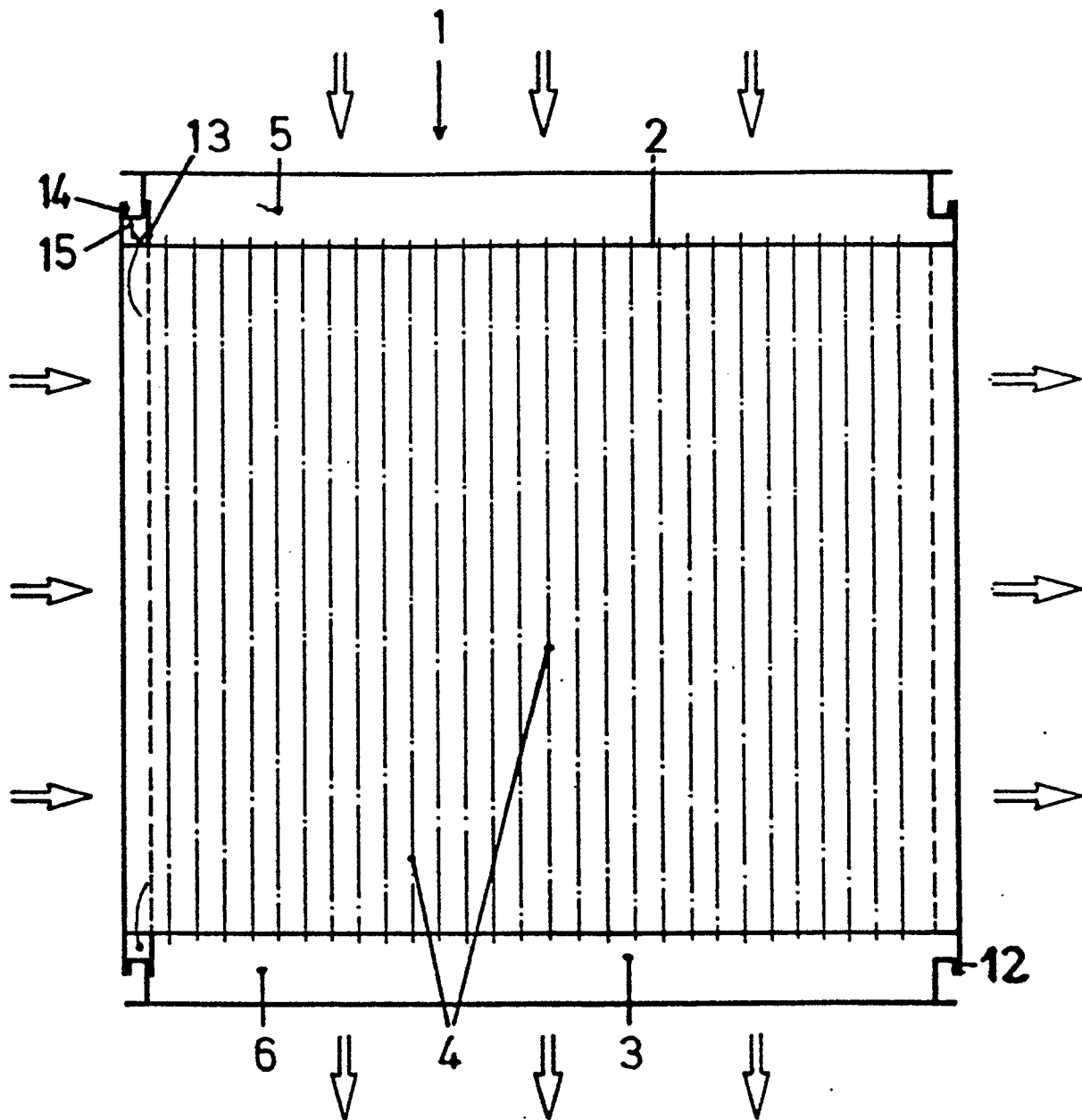


FIG. 3