

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84110858.2

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

22 Anmeldetag: 12.09.84

30 Priorität: 14.09.83 DE 3333057

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 27.03.85 Patentblatt 85/13

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

71 Anmelder: Kähmann, Peter
 Heintzmannstrasse 161
 D-4630 Bochum(DE)

71 Anmelder: Schmidt, Leopold
 Fritz-Winter-Strasse 21
 D-2703 Bönen(DE)

72 Erfinder: Kähmann, Peter
 Heintzmannstrasse 161
 D-4630 Bochum(DE)

72 Erfinder: Schmidt, Leopold
 Fritz-Winter-Strasse 21
 D-2703 Bönen(DE)

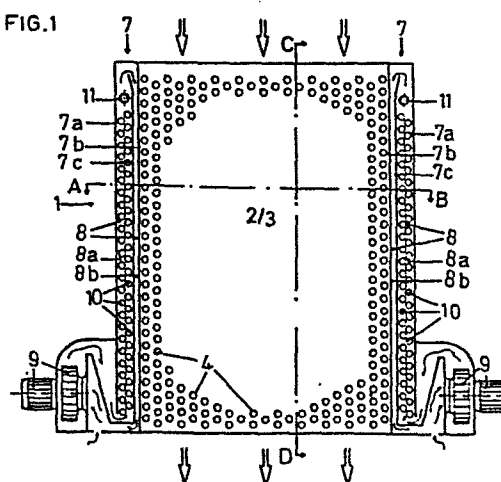
74 Vertreter: Behrendt, Arne, Dipl.-Ing.
 Am Waldschlösschen 11
 D-4630 Bochum-Weitmar(DE)

54 Glasrohr-Wärmetauscher.

57 Die Erfindung betrifft einen Glasrohr-Wärmetauscher, insbesondere zur Erwärmung des gewaschenen Reingases einer Abgas-Reinigungsanlage mit heißem Rohgas, bei welchem das heiße Rohgas durch die Glasrohre (4) und das gewaschene Reingas durch das Wärmetauschergehäuse (1) geführt wird, dessen mit dem Reingas in Berührung kommenden Außenwände (7) doppelwandig ausgeführt und beheizt sind.

Um bei derartigen Glasrohr-Wärmetauschern Taupunktunterschreitungen und damit verbundene Korrosion im Bereich der Außenwände (7) und der Flansche zu verhindern, schlägt die Erfindung vor, daß in den Hohlräumen der Außenwände (7) erwärmte Frischluft zirkuliert, die von einem Ventilator (9) in Bewegung gehalten wird. Dabei werden die Hohlräume (8) der Außenwände (7) zweckmäßig indirekt mittels vom Rohgas durchströmter Glasrohre (10) beheizt. Die Luftzirkulation erfolgt dabei derart, daß die gefährdete Wand im Einströmungsbereich des feuchten und kühlen Reingases am stärksten erwärmt wird.

FIG.1



1

5 Anmelder: Peter Kähmann
Heintzmannstr. 161
4630 Bochum

Leopold Schmidt
Fritz-Winter-Str. 21
2703 Bönen

10

15

Glasrohr-Wärmetauscher
=====

Die Erfindung betrifft einen Glasrohr-Wärmetauscher, insbesondere zur Erwärmung des gewaschenen Reingas-

20 stromes einer Abgasreinigungsanlage mit heißem Rohgas, bei welchem das heiße Rohgas durch die Glasrohre und das gewaschene Reingas durch das Wärmetauscherge-

häuse geführt wird, dessen mit dem Reingas in Berührung kommende Außenwände doppelwandig ausgeführt und

25 beheizt sind.

Glasrohr-Wärmetauscher der genannten Art werden beispielsweise in der Abgasreinigung von Müllverbren-

30 nungsanlagen 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-

35 Wärmetauscher verwendet, weil sich das Material Glas als besonders widerstandsfähig gegen aggressive Bestandteile erwiesen hat, die im Rohgas und - wenn

- 1 auch in geringerer Menge - im Reingas vorhanden sind.
Diejenigen Teile des Glasrohr-Wärmetauschers, die
nicht aus Glas gefertigt werden können, bestehen aus
korrosionsfestem metallischem Werkstoff, z.B. Chrom-
5 nickelstahl mit extrem hohen Nickelanteilen.

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

Es steht jedoch zu erwarten, daß auch bei dieser
25 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 ent-
hält, mit von dem einströmenden kalten und gesättig-
30 ten Reingas gekühlten Wandteilen in Berührung kommt,
so daß Taupunktunterschreitungen auf der mit dem Roh-
gas in Berührung kommenden Seite der Wand auftreten
können und der Lochfraß sowie die Schwefelsäurekorro-
sion von dieser Seite der Wand her einsetzen. Die
35 zuletzt genannte Gefahr ist insofern besonders
groß, als das durch die Hohlräume der Außenwände
strömende heiße Rohgas über

1 seinen Strömungsweg Wärme verliert und auch dort noch
mit den von dem einströmenden Reingas gekühlten Wand-
teilen in Berührung kommt, wo es schon den größten
Teil seines Wärmeinhaltes verloren hat. Weiterhin be-
5 steht 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 be-
10 steht darin, daß die hohl ausgebildeten Außenwände,
die als Plattenwärmetauscher zu sehen sind und das
Rohgas abkühlen, aufgrund der mit sinkender Temper-
atur des Rohgases zunehmenden Korrosionsgefahr auch
außen aus den erwähnten hochkorrosionsfesten und
15 teuren Speziallegierungen bestehen müssen. Durch
Unterschreiten der Taupunkttemperatur des Rohgases
kann es auch an der nach außen weisenden Wand rohgas-
seitig zu Schwefelsäurekorrosion kommen. Somit wird
das Korrosionsproblem lediglich von der Reingas- auf
20 die Rohgasseite verlagert.

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

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung aus-
gehend von einem Glasrohr-Wärmetauscher der eingangs-
genannten Art vor, daß in den Hohlräumen der Außen-
wände erwärmte Frischluft zirkuliert; die von einem
30 Ventilator in Bewegung gehalten wird.

Beim Glasrohr-Wärmetauscher gemäß der Erfindung
zirkuliert in den Hohlräumen der Außenwände lediglich
35 erwärmte Frischluft, so daß eine Korrosion von diesen
Hohlräumen her ausgeschlossen ist. Durch eine ent-

1 sprechende 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 Nieder-
5 schläge 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 kor-
10 rosivem Gas in Berührung kommen.

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

Aus Gründen der Energieersparnis empfiehlt es sich,
20 als Heizelemente von heißem Rohgas durchströmte Glas-
rohre zu verwenden.

Dabei ergeben sich besondere konstruktive Vorteile,
wenn die als Heizelemente dienenden Glasrohre parallel
25 zu den Glasrohren des Wärmetauschers verlaufen und in
denselben Rohrböden gelagert sind wie diese. Hier-
durch wird automatisch ein Teilstrom des heißen Roh-
gases vor dem ersten Rohrboden für die Beheizung der
als Glasrohre ausgebildeten Heizelemente abgezweigt
30 und vereinigt sich im Gassammelraum hinter dem
zweiten Rohrboden wieder mit diesem.

Ein besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung
sieht vor, daß die Hohlräume der Außenwände jeweils
35 durch eine parallel zur Wandebene verlaufende
Zwischenwand geteilt ausgebildet sind, wobei die Heiz-

1 elemente 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
5 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.

10

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
15 nicht erwärmten Reingas in Kontakt kommenden Wand-
teile besonders stark erwärmt, weil die den innen
liegenden Hohlraum durchströmende Luft natürlich im Ein-
strömungsbereich noch am wärmsten ist. Hierdurch
20 werden Taupunktunterschreitungen gerade in diesem
kritischen Bereich zuverlässig vermieden.

Zum gleichen Zweck kann gegebenenfalls dem innen
liegenden Hohlraum zusätzlich ein separates Zuheiz-
25 element 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
30 durch vorgeschaltete Anlagenteile bedingt die Rohgas-
temperatur zu niedrig ist und durch reine Wärmerück-
gewinnung aus dem Rohgas eine Wandtemperatur oberhalb
der Taupunkttemperatur des Reingases nicht zu er-
reichen ist.

35

Um Taupunktunterschreitungen auch im Bereich der An-

1 schlußflansche des Reingaskanales zu vermeiden, ist schließlich vorgesehen, daß der Rohrgasverteilterraum vor dem einen Rohrboden und der Rohgassammelraum hinter dem anderen Rohrboden unmittelbar bis an den Anschluß- flansch des Reingaskanales reichen. Hier-
5 durch wird dieser Flansch derart beheizt, daß auch dort Taupunktunterschreitungen ausgeschlossen sind.

Zum gleichen Zweck kann auch im Anschlußflansch des
10 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
15 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:
20

- Fig. 1 schematisch eine Stirnansicht eines Glasrohr-Wärmetauschers gemäß der Erfindung,
Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie A - B in Fig. 1
25 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
30 welches zwei Rohrböden 2 und 3 eingezogen sind, in denen Glasrohre 4 gelagert sind. Vor dem ersten Rohrboden 2 befindet sich ein Rohgasverteilterraum 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 durch-
35

1 strömt den Glasrohr-Wärmetauscher senkrecht zu den
Glasrohren 4, d. h. in Fig. 1 senkrecht zur Ebene der
Zeichnung. Der nicht dargestellte Reingaszufuhrkanal
und der ebenfalls nicht dargestellte Reingasab-
5 führungskanal sind an einander gegenüberliegenden
Seiten des quaderförmigen Gehäuses 1 angeschlossen.
Die freibleibenden Außenwände des Gehäuses 1 sind
doppelwandig ausgebildet und weisen eine äußere Wand
7a und eine innere Wand 7b auf. Der von der äußeren
10 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 Druck-
stutzen und der Saugstutzen eines Ventilators 9 der-
15 art angeschlossen, daß die von dem Ventilator geför-
derte Luft zunächst den äußeren Hohlraum 8a und danach
den inneren Hohlraum 8b im Kreislauf durchströmt.

In dem äußeren Hohlraum 8a ist eine Reihe von Heiz-
20 elementen eingebaut, die als vom heißen Rohgas durch-
strömte Glasrohre 10 ausgebildet sind. Die Glasrohre
10 verlaufen parallel zu den Glasrohren 4 des Glas-
rohr-Wärmetauschers und sind wie diese in dessen Rohr-
böden 2 und 3 eingesetzt, werden also vom Rohgasver-
25 teilerraum 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
30 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,
35 z.B. in Form von Flammrohren 11 angeordnet sein, die
im Bedarfsfalle für eine zusätzliche Erwärmung
sorgen.

- 1 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
5 Erwärmung gewährleistet ist. In gleicher Weise könnte gegebenenfalls der Rohgasverteilterraum 5 auf der gegenüberliegenden Seite ausgebildet sein.

- Beim in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist
10 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
15 auftretende geringe Frischluftverlust wird an der Saugseite des Ventilators 9 ergänzt.

20

25

30

35

1

5

10

Patentansprüche

=====

1. Glasrohr-Wärmetauscher, insbesondere 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.

25

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

30

3. Glasrohr-Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizelemente als vom heißen Rohgas durchströmte Glasrohre (10) ausgebildet sind.

35

4. Glasrohr-Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die als Heizelemente dienenden Glasrohre (10) parallel zu

5 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)
10 in dem außen liegenden Teil des Hohlraumes (8) ange-
ordnet 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.

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

9. Glasrohr-Wärmetauscher nach Anspruch

- 1 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Anschlußflansch
(14) des Reingaskanales ein Kanal (15) ausgebildet
ist, durch welchen ein Teilstrom der erwärmten Frisch-
luft geführt ist.

5

10

15

20

25

30

35

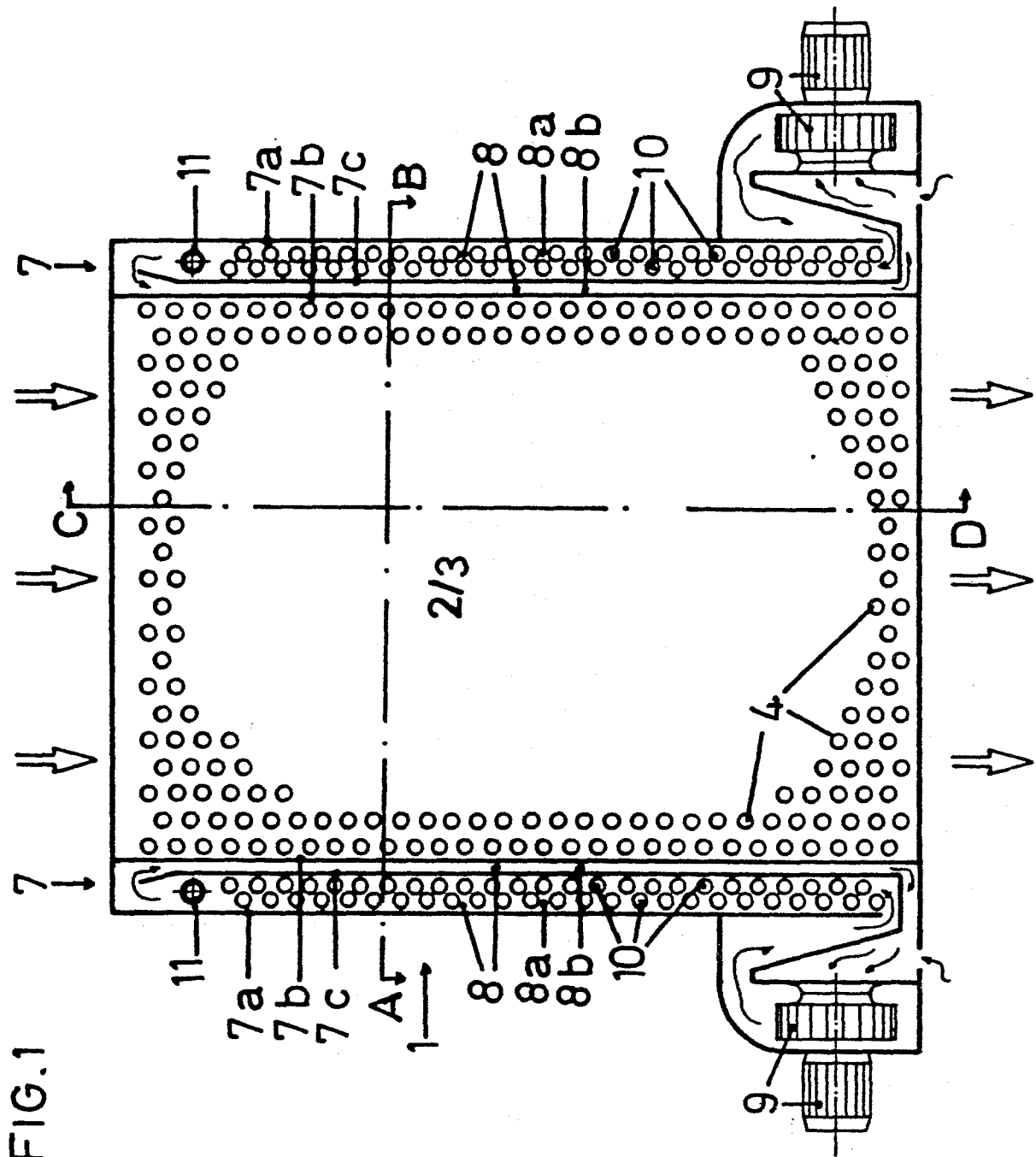
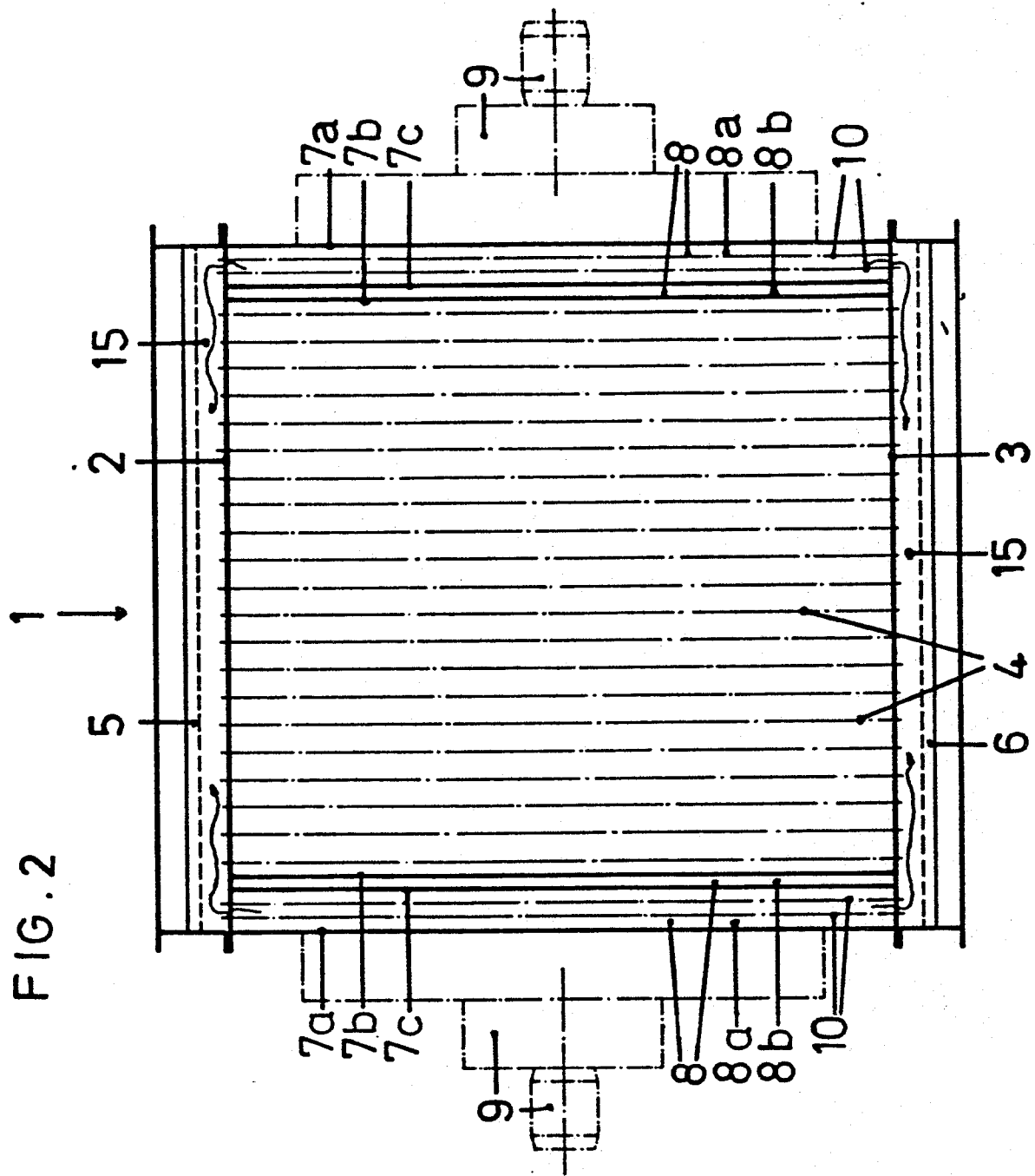


FIG. 2



0135188

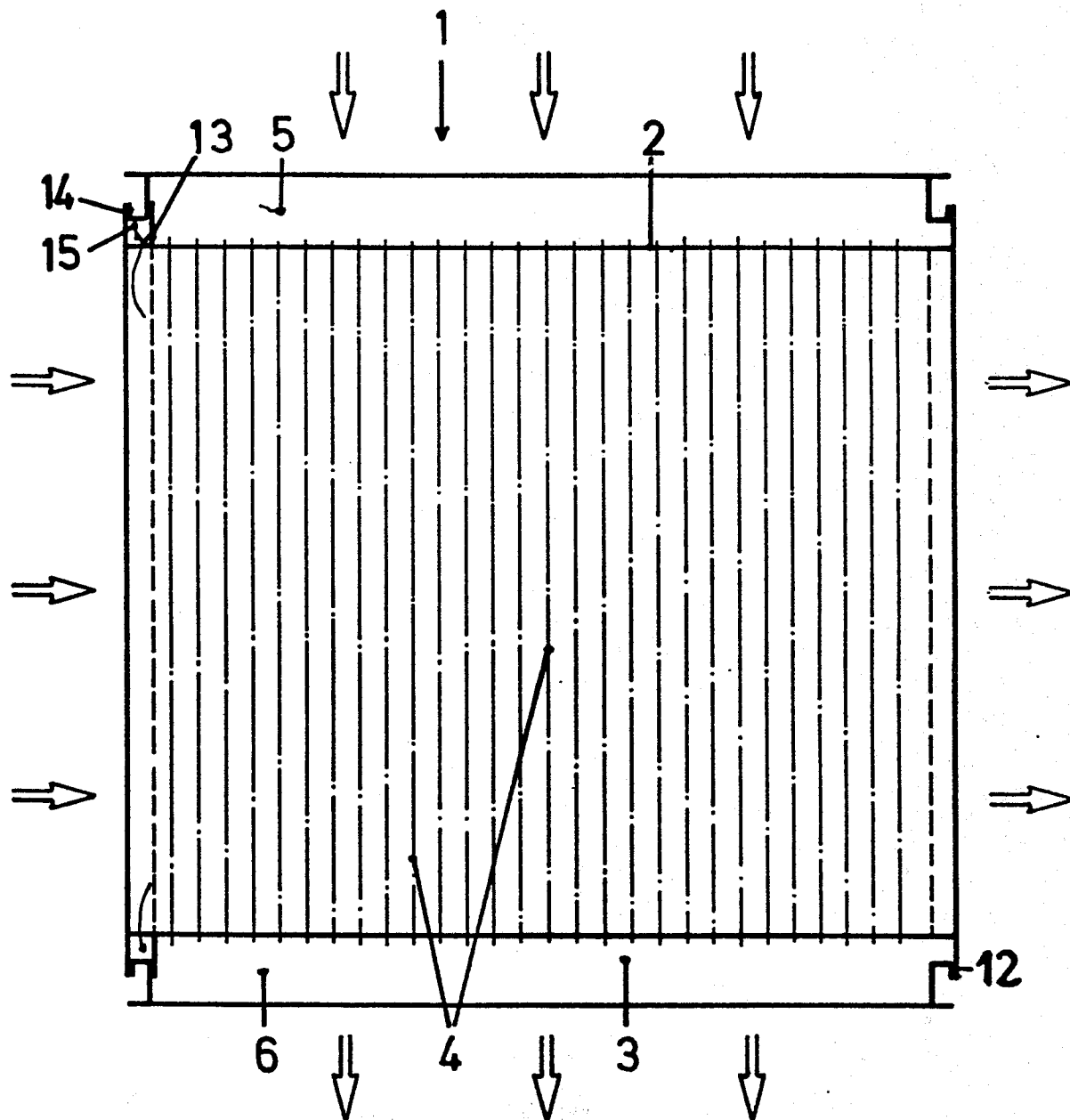


FIG. 3