

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
07.03.90

⑤① Int. Cl.⁵ : **F 28 D 7/08, F 28 D 9/02**

②① Anmeldenummer : **85112570.8**

②② Anmeldetag : **04.10.85**

⑤④ **Vorrichtung zum Austausch der Wärme zwischen zwei im Kreuzstrom zueinander geführten Gasen.**

③⑩ Priorität : **08.10.84 DE 8429525 U**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
16.04.86 Patentblatt 86/16

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **07.03.90 Patentblatt 90/10**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
AT BE DE GB IT NL

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
DE-B- 2 342 173
GB-A- 907 839
GB-A- 1 133 291
US-A- 1 734 962
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 1, Nr. 83, 30.
Juli 1977; & Jp - A - 52 28757 (NIPPON DENSO K.K.)
03.03.1977

⑦③ Patentinhaber : **Balcke-Dürr AG**
Homberger Strasse 2 Postfach 1240
D-4030 Ratingen 1 (DE)

⑦② Erfinder : **Daschmann, Horst**
Beerenkothen 16
D-4030 Ratingen 1 (DE)

⑦④ Vertreter : **Patentanwälte Dipl.-Ing. Alex Stenger**
Dipl.-Ing. Wolfram Watzke Dipl.-Ing. Heinz J. Ring
Kaiser-Friedrich-Ring 70
D-4000 Düsseldorf 11 (DE)

EP 0 177 904 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 eine Vorrichtung zum Austausch der Wärme zwischen zwei im Kreuzstrom zueinander geführten Gasen, vorzugsweise zur Wiederaufheizung gereinigter Rauchgase hinter Rauchgasentschwefelungsanlagen, mit einer Mehrzahl etwa parallel zueinander angeordneter Strömungskanäle, deren Trennwände auf der einen Seite mit dem wärmeabgebenden und auf der anderen Seite mit dem wärmeaufnehmenden Gas beaufschlagt und in einem Kreisring so angeordnet sind, daß die Strömungskanäle abwechselnd in axialer und radialer Richtung durchströmt werden.

Eine Vorrichtung der voranstehend beschriebenen Art ist aus der JP-A-52 28757 bekannt. Auch die DE-B-23 42 173 zeigt einen Plattenwärmeaustauscher mit ringförmig angeordneten Platten.

Die bekannten Plattenwärmeaustauscher besitzen den Nachteil, daß sie einerseits ein großes Bauvolumen aufweisen und daß ihre Strömungskanäle andererseits sehr schwer zugänglich und deshalb nur mit großem Aufwand zu reinigen sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art derart weiterzubilden, daß bei gleichzeitiger Verringerung der Abmessungen eine einen geringen Druckverlust zur Folge habende Gasführung erzielt und die Möglichkeit zur Reinigung der Kanäle verbessert wird.

Die Lösung dieser Aufgabenstellung durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die axial durchströmten Kanäle durch jeweils eine stirnseitige Haube an mindestens eine Zuleitung bzw. Ableitung für das eine Gas angeschlossen sind und die radial durchströmten Kanäle über einen außenliegenden, mit mindestens einem Anschlußstutzen versehenen Ringkanal sowie über ein durch eine der Hauben geführtes Zentralrohr mit der Zuleitung bzw. Ableitung des anderen Gases verbunden sind.

Mit diesem Vorschlag der Erfindung ergibt sich ein Wärmetauscher für zwei im Kreuzstrom zueinander geführte Gase, dessen Gasführungen nur geringe Druckverluste zur Folge haben, obwohl die Abmessungen des Wärmetauschers gegenüber denen bekannter Bauarten erheblich verkleinert werden konnten. Die Anordnung der Strömungskanäle auf einem Kreisring schafft darüber hinaus die Möglichkeit einer einfachen und wirkungsvollen Reinigung der Kanäle, so daß sich insgesamt der Bauaufwand für den Wärmetauscher verringert.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist der Kreisring mit den Strömungskanälen mit senkrechter Längsmittelachse angeordnet und die Vorrichtung auf Stützen aufgeständert. Hierdurch ergibt sich eine kompakte Baueinheit, die auf einfache Weise auf ortsseitig zu errichtenden Fundamenten aufgestellt werden kann.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung sind die Strömungskanäle durch Platten gebildet.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die etwa radial im Kreisring angeordneten Platten mit ihren Oberflächen etwa parallel zur Längsmittelachse des Kreisringes ausgerichtet. Auf diese Weise ergeben sich senkrecht und parallel zur senkrechten Längsachse der Vorrichtung verlaufende sowie waagrecht und radial zur Längsachse der Vorrichtung verlaufende Strömungskanäle, die auf einfache Weise gereinigt werden können. Sei einem alternativen Vorschlag der Erfindung können die Platten mit ihrer Oberfläche auch rechtwinklig zur Längsmittelachse des Kreisringes ausgerichtet sein, wobei die Platten mit die Strömungskanäle für das eine Gas bildenden Durchbrechungen versehen sind. Bei dieser Ausführungsform läßt sich durch Ausbildung und Anzahl der Durchbrechungen das Verhältnis der Strömungsquerschnitte für die jeweils von einem Gas durchflossenen Kanäle auf einfache Weise verändern.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung können die radial durchströmten Kanäle in axialer Richtung des Kreisringes durch Trennbleche in mehrere gegenläufig durchströmte Kanalabschnitte unterteilt werden, von denen ein Kanalabschnitt im Ringkanal mündet und die anderen Kanalabschnitte über Umlenkammern miteinander verbunden sind. Hierdurch werden die am Wärmeaustausch beteiligten Gasströme nicht mehr in einem einfachen Kreuzstrom, sondern in einem Kreuzgegenstrom geführt. Dies ist insbesondere bei kleineren Gasmengen zwecks Vergrößerung der Wärmeaustauschfläche unter Beibehaltung einer kompakten Bauweise von Vorteil.

Bei größeren Abmessungen der Vorrichtung kann es Schwierigkeiten bereiten, die Platten mit Abmessungen herzustellen, welche den gesamten Querschnitt des Kreisringes ausfüllen. Zur Vermeidung dieser Schwierigkeiten wird mit der Erfindung vorgeschlagen, die im Kreisring angeordneten Platten in radialer Richtung des Kreisringes in mehrere Abschnitte aufzuteilen. Hierdurch ergibt sich nicht nur eine einfachere Herstellung und Montage der Platten, sondern auch eine Vergrößerung der Wärmetauscherfläche und eine Verbesserung der Strömungsverhältnisse, weil durch die Aufteilung der Platten in einzelne Plattenabschnitte auf den weiter außenliegenden Teilen des Kreisringes eine größere Anzahl von Plattenabschnitten untergebracht werden kann. Trotz der in radialer Richtung nach außen zunehmenden Querschnittsfläche können auf dieser Weise die Abmessungen der einzelnen Strömungskanäle etwa gleich gehalten werden.

Um bei der Bildung der Strömungskanäle durch jeweils zwei nebeneinanderliegende und parallel zur Längsachse des Kreisringes ausgerichtete Platten Querschnittsverengungen der Kanäle in Strömungsrichtung des jeweiligen Gases zu vermeiden, die zu unerwünschten Druckverlusten führen können, wird mit der Erfindung weiterhin vorgeschlagen, die in radialer Richtung

des Kreisringes durchströmten Kanäle durch parallel zueinander angeordnete Platten zu bilden und die in axialer Richtung des Kreisringes durchströmten Kanäle durch spitzwinklig zueinander verlaufende Platten zu bilden. Diese Ausführungsform ergibt zwar für die in axialer Richtung durchströmten Kanäle einen dreieckförmigen Strömungsquerschnitt, vermeidet jedoch Veränderungen des Kanalquerschnittes in Strömungsrichtung.

Bei einer alternativen Ausführungsform sind die Strömungskanäle durch Rohre gebildet, die sich zwischen parallel zueinander angeordneten Lochplatten erstrecken. Diese Lochplatten bilden jeweils den radial außenliegenden bzw. radial innenliegenden Abschluß der Wärmeaustauschfläche. Durch deren Herstellung unter Verwendung von Rohren ergibt sich im Einzelfall eine preiswertere Herstellmöglichkeit. Außerdem ist diese alternative Ausführungsform für hohe Druckdifferenzen zwischen den beiden am Wärmeaustausch teilnehmenden Gasen besonders gut geeignet.

Die zwischen den Lochplatten angeordneten Rohre können über ihre gesamte Rohrlänge einen gleichbleibenden Strömungsquerschnitt haben. Sie können gemäß einem weiteren Merkmal aber auch im Bereich der radial innenliegenden Lochplatte einen kleineren Strömungsquerschnitt aufweisen als im Bereich der radial außenliegenden Lochplatte. Hierdurch ergibt sich bei einer radial nach außen gerichteten Strömungsrichtung ein zunehmender Strömungsquerschnitt der Rohre, wodurch die durch die Erwärmung des Gases entstehende Volumenvergrößerung zumindest teilweise so kompensiert werden kann, daß keine wesentliche Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit auftritt.

Anstelle von einfachen Platten oder zwischen Lochblechen angeordneten Rohren können die erfindungsgemäßen Strömungskanäle auch durch Plattenpaare gebildet werden, die zumindest an den Rändern miteinander gasdicht verbunden sind und durch eine entsprechende Formgebung rohrartige Strömungskanäle bilden. Bei dieser Ausführungsform kann der Strömungsquerschnitt der Kanäle in Strömungsrichtung des Gases verhältnismäßig frei gewählt werden.

Sowohl bei der Bildung der Strömungskanäle durch Rohre als auch bei der Verwendung von Strömungskanäle bildenden Plattenpaaren besteht die Möglichkeit, die in radialer Richtung der Vorrichtung durchströmten Kanäle in nebeneinanderliegenden Reihen oder relativ zueinander versetzt anzuordnen bzw. auszubilden, so daß das in axialer Richtung der Vorrichtung strömende Gas hinsichtlich seines Strömungsverlaufes ebenfalls beeinflußt werden kann.

Mit der Erfindung wird schließlich vorgeschlagen, im Bereich mindestens einer stirnseitigen Haube eine Reinigungsvorrichtung für die in axialer Richtung des Kreisringes durchströmten Kanäle und im Bereich des Zentralrohres und/oder des Ringkanals eine weitere Reinigungsvorrichtung für die in radialer Richtung durchströmten Kanäle

vorzusehen. Mit Hilfe dieser Reinigungsvorrichtungen können die Wärmeaustauschflächen der Profilhohlkörper und damit die Strömungskanäle zuverlässig gereinigt werden, wobei neben einer periodischen Reinigung — ggf. nach einer Abschaltung des Wärmetauschers — auch eine ständige Reinigung möglich ist.

Auf der Zeichnung sind verschiedene Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Wärmetauschers mit unterschiedlichen Ausführungen hinsichtlich der Plattenanordnung dargestellt, und zwar zeigen :

Fig. 1 eine hälftig im senkrechten Schnitt gezeichnete Seitenansicht des Wärmetauschers,

Fig. 2 eine Draufsicht auf den Wärmetauscher nach Fig. 1, wobei 1/4 des Wärmetauschers in einem waagerechten Schnitt dargestellt ist,

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer aus mehreren Platten gebildeten Wärmeaustauschfläche, wobei die einzelnen Platten mit ihrer Oberfläche parallel zur Längsmittelachse des Kreisringes ausgerichtet sind,

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung zweier nebeneinanderliegender, axial bzw. radial durchströmter Kanäle gemäß der Ausbildung nach Fig. 3,

Fig. 5 eine Draufsicht auf die Kanäle nach Fig. 4,

Fig. 6 eine der Fig. 3 entsprechende Darstellung einer zweiten Ausführungsform, bei der die einzelnen Platten rechtwinklig zur Längsachse des Kreisringes ausgerichtet und mit Durchbrechungen zur Bildung von Strömungskanälen versehen sind,

Fig. 7 eine Stirnansicht einiger der Platten nach Fig. 6,

Fig. 8 eine der Fig. 2 entsprechende Darstellung einer weiteren Ausführungsform, bei der die einzelnen Platten in Plattenabschnitte unterteilt sind,

Fig. 9 eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung einer abgewandelten Ausführungsform, bei der die Platten zur Schaffung eines Kreuzgegenstromes hinsichtlich ihrer radial durchströmten Strömungskanäle durch Trennbleche unterteilt sind,

Fig. 10 eine perspektivische Darstellung einer aus mehreren Rohren gebildeten Wärmeaustauschfläche und

Fig. 11 eine der Fig. 10 entsprechende Darstellung einer Wärmeaustauschfläche, bei der die Strömungskanäle durch Plattenpaare gebildet werden.

Der anhand eines Ausführungsbeispiels dargestellte Wärmetauscher kann für die Aufheizung oder Abkühlung von Gasen eingesetzt werden, wobei der Wärmeaustausch zwischen zwei im Kreuzstrom zueinander geführten Gasen G1 und G2 erfolgt. Hauptsächlich wird der Wärmetauscher eingesetzt als Luftvorwärmer im Kraftwerksbereich oder als Wärmetauscher in NaBentschweifungs- und Entstickungsanlagen, wobei das Rauchgas nach der Rauchgasentschweifungsanlage aufgeheizt und nach der Rauchgasentschweifungsanlage aufgeheizt und nach der Ent-

stickung vor Einleitung in den Rauchgaskamin abgekühlt wird. Weitere Anwendungsgebiete sind Abwärme- bzw. Wärmerückgewinnungsanlagen in verschiedenen Industriebereichen.

Der Wärmeaustausch erfolgt zwischen einer Mehrzahl etwa parallel zueinander angeordneter Strömungskanälen, die in einem Kreisring 1 angeordnet sind. Beim Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 und 2 verläuft die Längsmittelachse 1a des Kreisringes 1 in senkrechter Richtung. Der Kreisring 1 ist von einem Gehäuse umgeben, das eine untere, die eine Stirnfläche des Kreisringes 1 überdeckende Haube 2 und eine obere Haube 3 umfaßt, welche die andere Stirnfläche des Kreisringes 1 abdeckt. Der zylindrische Umfang des Kreisringes 1 ist von einem Ringkanal 4 umgeben, der beim Ausführungsbeispiel zwei sich gegenüberliegende Anschlußstutzen 4a aufweist. Das Innere des Kreisringes 1 ist an ein senkrecht stehendes Zentralrohr 5 angeschlossen, das an seinem unteren Ende durch einen Deckel 5a abgeschlossen ist und mit seinem oberen Ende aus der Haube 3 herausragt. Diese Haube 3 ist beim Ausführungsbeispiel wiederum mit zwei einander gegenüberliegenden Anschlußstutzen 3a versehen, wogegen die untere Haube 2 einen zentralen, nach unten weisenden Anschlußstutzen 2a aufweist.

Beim Ausführungsbeispiel tritt gemäß den in den Figuren 1 und 2 eingezeichneten Pfeilen das aufzuwärmende Gas G1, bei dem es sich beispielsweise um ein von einer Rauchgasentschwefelungsanlage kommendes gereinigtes Gas handelt, von oben her zentral in die obere Haube 3 ein. Es strömt im Zentralrohr 5 nach unten und tritt nach einer Umlenkung von innen kommend in den Kreisring 1 ein, der durch eine Mehrzahl von etwa parallel zueinander angeordneten Platten in einzelne Strömungskanäle aufgeteilt ist.

Bei der ersten Ausführungsform gemäß den Figuren 3 bis 5 sind die Platten 6 in Übereinstimmung mit der Darstellung in Fig. 2 in senkrechter Richtung ausgerichtet. Sie stehen mit radialem Verlauf im Kreisring 1, so daß ihre Oberflächen parallel zur Längsmittelachse 1a des Kreisringes 1 verlaufen. Jeweils zwei benachbarte Platten 6 bilden einen Strömungskanal 7a bzw. 7r, wobei der Strömungskanal 7a in axialer Richtung des Kreisringes 1 und Strömungskanal 7r in radialer Richtung des Kreisringes 1 vom aufzuwärmenden Gas G1 bzw. vom wärmeabgebenden Gas G2 durchströmt wird.

Die Figuren 3 bis 5 zeigen, daß benachbarte Platten 6 zur Bildung eines in axialer Richtung verlaufenden Strömungskanals 7a am äußeren und inneren Umfang des Kreisringes 1 durch streifenförmige Verbindungsstücke 8a miteinander verbunden sind, wogegen die in radialer Richtung verlaufenden Strömungskanäle 7r durch benachbarte Platten 6 und Verbindungsstücke 8b gebildet werden, die jeweils in der Art eines Streifens in den stirnseitigen Flächen des Kreisringes 1 angeordnet sind.

Das aufzuwärmende, über das Zentralrohr 5 den radialen Strömungskanälen 7r von der Mitte

her zugeführte Gas G1 durchströmt waagrecht und in radialer Richtung den Kreisring 1 nach außen und tritt in den Ringkanal 4 ein, der den Kreisring 1 umgibt. Aus dem Ringkanal 4 wird das aufgewärmte Gas G1 durch die Anschlußstutzen 4a aus dem Wärmetauscher abgeführt und beispielsweise einem Rauchgaskamin zugeführt.

Das wärmeabgebende Gas G2 wird beim Ausführungsbeispiel von unten kommend über den zentralen Anschlußstutzen 2a der unteren Haube 2 des Wärmetauschers zugeführt. Es gelangt demgemäß von unten her in die Stirnseite des durch die Platten 6 gebildeten Kreisringes 1 in die in axialer Richtung des Kreisringes 1 verlaufenden Strömungskanäle 7a, wie die Pfeile in Fig. 1 andeuten. Über die Oberfläche der Platten 6 gibt dieses Gas G2 einen Teil seiner Wärme an das aufzuwärmende Gas G1 ab, das im Kreuzstrom zum Gas G2 strömt. Nach dem Wärmeaustausch verläßt das Gas G2 den Kreisring 1 an der oberen Stirnseite und tritt in die obere Haube 3 ein, die in der Mitte vom Zentralrohr 5 durchdrungen wird. Das abgekühlte Gas G2 gelangt schließlich über die einander gegenüberliegenden Anschlußstutzen 3a aus der Haube 3. Sofern es sich um ein zu entschwefelndes Rauchgas handelt, wird es anschließend der Rauchgasentschwefelungsanlage zugeführt.

In Fig. 1 sind Stützen 9 eingezeichnet, durch die der zu einer Baueinheit zusammengefaßte Wärmetauscher aufgeständert ist und auf einem ortsseitigen Fundament aufgestellt werden kann. Der Teilschnitt in Fig. 1 zeigt weiterhin, daß sowohl in der oberen Haube 3 als auch im Zentralrohr 5 jeweils eine Reinigungsvorrichtung 10 angeordnet ist, mit deren Hilfe die Strömungskanäle 7a bzw. 7r gereinigt werden können. Diese Reinigungsvorrichtungen 10 sind vorzugsweise verfahrbar ausgeführt, so daß durch einen Umlauf der Reinigungsvorrichtungen 10 nacheinander sämtliche Strömungskanäle 7a und 7r gereinigt werden.

Um eine Querschnittsverringerng in Strömungsrichtung der Gase G1 bzw. G2 innerhalb der Strömungskanäle 7a bzw. 7r zu vermeiden, können die Platten 6 in der insbesondere in Fig. 5 erkennbaren Weise angeordnet werden. Diese Darstellung zeigt, daß die in radialer Richtung des Kreisringes 1 durchströmten Kanäle 7r durch parallel zueinander angeordnete Platten 6 gebildet sind. Es ergibt sich somit ein in Strömungsrichtung gleichbleibender Kanalquerschnitt. Die in axialer Richtung des Kreisringes 1 durchströmten Kanäle 7a werden dagegen durch spitzwinklig zueinander verlaufende Platten 6 gebildet. Hieraus resultiert zwar ein etwa dreieckförmiger bzw. trapezförmiger Strömungsquerschnitt der Kanäle 7a, ohne daß jedoch eine Verengung des Kanalquerschnittes in Strömungsrichtung erfolgt. Auf diese Weise ist es möglich, trotz der im wesentlichen radialen und damit sternförmigen Ausrichtung der Platten 6 Verengungen der Kanalquerschnitte in Strömungsrichtung der Gase G1 und G2 zu vermeiden. Um die jeweiligen Abstände der

Platten 6 voneinander exakt einzuhalten, können diese gemäß Fig. 5 mit Noppen 6a versehen sein, die entweder aufgesetzt oder ausgeprägt sind und für die Einhaltung des jeweiligen Plattenabstandes sorgen.

Bei der in den Figuren 6 und 7 dargestellten zweiten Ausführungsmöglichkeit für die wärmeaustauschenden Flächen werden Platten 11 verwendet, die mit ihrer Oberfläche rechtwinklig zur Längsmittelachse 1a des Kreisringes 1 ausgerichtet sind, wie insbesondere Fig. 6 erkennen läßt. Diese Platten 11 sind mit zu Rohrstücken ausgebildeten Durchbrechungen 11a versehen, so daß sich bei einem Aneinanderfügen benachbarter Platten 11 rohrförmige Strömungskanäle 7a ergeben, die rechtwinklig zu den Strömungskanälen 7r verlaufen, die durch die Platten 11 gebildet werden.

Auch bei dieser Ausführungsform ergeben sich somit rechtwinklig zueinander verlaufende Strömungskanäle 7a bzw. 7r mit axialem bzw. radialem Verlauf der Strömungsrichtung bezüglich des Kreisringes 1, wobei die wärmetauschenden Flächen wiederum durch eine Mehrzahl von etwa parallel zueinander angeordneten Platten 11 gebildet sind. Ein segmentartiger Abschnitt dieser im Kreisring 1 angeordneten Platten 11 ist in Fig. 6 schematisch gezeichnet.

Selbstverständlich ist es möglich, die Gasführung abweichend vom Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 und 2 vorzunehmen und die Strömungsrichtung der Gase G1 und G2 abzuändern. Die Platten 6 bzw. 11 werden vorzugsweise aus Blech hergestellt. Sie können gegen Korrosion durch eine Emaillierung geschützt werden. Außerdem ist eine Kombination aus verschiedenen Materialien möglich, so daß im Bereich des Taupunktes auch nichtmetallische Werkstoffe eingesetzt werden können.

Die nur schematisch angedeuteten Reinigungsvorrichtungen 10 können durch Dampfbläser oder andere Blaseinrichtungen mit Luft oder Wasser gebildet sein. Durch die Anordnung der Platten 6 bzw. 11 im Kreisring 1 ergeben sich kurze Plattenlängen, so daß die hierdurch gebildeten Strömungskanäle 7a bzw. 7r einwandfrei gereinigt werden können. Außerdem ergibt diese Ausbildung geringe Strömungswiderstände, so daß der voranstehend beschriebene Wärmetauscher mit geringen Druckverlusten arbeitet.

Die Fig. 8 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform des Wärmetauschers, bei der die mit ihrer Oberfläche parallel zur Längsmittelachse 1a des Kreisringes 1 ausgerichteten Platten in zwei Plattenabschnitte 6b und 6c aufgeteilt sind. Hierdurch ergeben sich bei größeren Abmessungen des Kreisringes 1 nicht nur einfacher herzustellende und leichter zu montierende Einbaukörper, sondern es wird auch die Möglichkeit geschaffen, auf dem äußeren Teil des Kreisringes 1 eine größere Anzahl von Plattenabschnitten 6b unterzubringen als Plattenabschnitte 6c auf dem inneren Teil des Kreisringes 1 vorhanden sind. Trotz der in radialer Richtung nach außen zunehmenden Vergrößerung der Grundfläche können auf

diese Weise die Strömungsquerschnitte der einzelnen Strömungskanäle 7a bzw. 7r einander angenähert werden. Wie Fig. 8 zeigt, wird zwischen den Plattenabschnitten 6b und 6c ein Ringspalt gelassen, so daß sich ein problemloser Übergang des die Plattenabschnitte 6c und 6b in radialer Richtung durchströmenden Gases ergibt.

In Fig. 9 ist eine weitere abgewandelte Ausführungsform des Wärmetauschers dargestellt, obwohl dessen Grundaufbau dem der Ausführungsform nach Fig. 1 entspricht. Bei der Ausführungsform nach Fig. 9 sind die wiederum mit ihrer Oberfläche parallel zur Längsmittelachse 1a des Kreisringes 1 ausgerichteten Platten 6, die axial durchgehende Strömungskanäle 7a bilden, bezüglich ihrer radial durchströmten Kanäle 7r durch Trennbleche 12 in einzelne Kanalabschnitte 1b, 1c, 1d unterteilt. Wie Fig. 9 zeigt, wird der von oben in das Zentralrohr 5 eingeführte Gasstrom G1 ausschließlich in den oberen Kanalabschnitt 1b eingeleitet, den er radial nach außen durchströmt. Die Gase gelangen in eine Umlenkammer 13a, die am Außenumfang der Kanalabschnitte 1b und 1c angeordnet ist. In dieser Umlenkammer 13a werden die Gase G1 umgelenkt und radial von außen in den Kanalabschnitt 1c eingeführt, den sie demzufolge mit radial nach innen gerichteter Strömungsrichtung durchströmen. Nach Verlassen des Kanalabschnittes 1c gelangen die Gase G1 in eine weitere Umlenkammer 13b, die in der Art eines Rohrstückes und in Verlängerung des Zentralrohres 5 ausgebildet ist, von dem die Umlenkammer 13b durch den Deckel 5a abgetrennt ist. Auch in dieser Umlenkammer 13b erfolgt eine Umlenkung der Gase G1, so daß diese anschließend den untersten Kanalabschnitt 1d mit radial nach außen gerichteter Strömungsrichtung durchströmen. Die Gase G1 gelangen schließlich in den Ringkanal 4, den sie über die beiden Anschlußstutzen 4a verlassen.

Bei dieser Ausführungsform ergibt sich somit eine Gasführung, bei welcher das aufzuwärmende Gas G1 im Kreuzgegenstrom zum wärmeabgebenden Gas G2 geführt wird, wobei das Gas G2 den Kreisring ausschließlich axial durchströmt, das Gas G1 jedoch durch zweifache Umlenkung in den Umlenkammern 13a und 13b nicht nur im Kreuzstrom zum Gas G2 geführt wird, sondern zusätzlich im Gegenstrom infolge der Unterteilung der radial durchströmten Kanäle 7r durch Trennbleche 12 in mehrere gegenläufig durchströmte Kanalabschnitte 1b, 1c und 1d.

In Fig. 10 ist eine weitere Möglichkeit zur Ausbildung der wärmeaustauschenden Flächen im Kreisring 1 der Vorrichtung dargestellt. Bei dieser Ausführungsform werden die Strömungskanäle durch einzelne Rohre 14 gebildet, die in radialer Richtung im Kreisring 1 angeordnet sind. Die radial innenliegenden Enden der Rohre 14 münden in einem Lochblech 15i. Die radial außenliegenden Enden der Rohre 14 sind an einem Lochblech 15a befestigt. Diese Lochbleche 15a und 15i dienen nicht nur der Lagesicherung der Rohre 14, sondern auch der Trennung des die Rohre 14 durchströmenden Gases G1 vom Gas

G2, das entsprechend den in Fig. 10 eingezeichneten Pfeilen in axialer Richtung von unten nach oben den Kreisring 1 durchströmt. Die Lochbleche 15a und 15i der zu Segmenten gemäß Fig. 10 zusammengefaßten Rohre 14 werden an den benachbarten Kanten gasdicht miteinander verbunden, vorzugsweise verschweißt.

Obwohl es ohne weiteres möglich ist, die in radialer Richtung im Kreisring 1 angeordneten Rohre 14 mit gleichbleibendem Strömungsquerschnitt auszuführen, beispielsweise mit kreisförmigem oder ovalem Querschnitt, kann es in besonderen Fällen zweckmäßig sein, daß der Strömungsquerschnitt der Rohre 14 in Strömungsrichtung zunimmt beispielsweise um die durch die Erwärmung des Gases G1 entstehende Volumenvergrößerung zumindest teilweise zu kompensieren, so daß keine wesentliche Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit auftritt. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 10 sind zu diesem Zweck die im Ausgangszustand einen kreisförmigen Querschnitt aufweisenden Rohre 14 am radial innenliegenden Ende abgeflacht, wie dies durch die Öffnungen im Lochblech 15i in Fig. 10 hervorgeht. Hierdurch entsteht am radial innenliegenden Ende der Rohre 14 ein kleinerer Strömungsquerschnitt als am radial außenliegenden Ende. Je stärker die Abflachung der Rohre 14 ist, um so größer ist die Querschnittsveränderung über die Länge der einzelnen Rohre 14.

Eine weitere Ausführungsmöglichkeit der den Wärmeaustausch bewirkenden Strömungskanäle zeigt schließlich die Fig. 11. Bei dieser Ausführungsform werden jeweils Paare von Platten 16a, 16b verwendet, die zwischen sich rohrartige Strömungskanäle 16c bilden. Durch diese Strömungskanäle 16c strömt beim Ausführungsbeispiel das Gas G1. Das Gas G2 wird im Kreuzstrom hierzu zwischen den Plattenpaaren 16a, 16b geführt.

Um ein Vermischen der Gase G1 und G2 zu vermeiden, sind die Platten 16a und 16b eines Plattenpaares jeweils an den in radialer Richtung im Kreisring 1 verlaufenden Rändern gasdicht miteinander verbunden, vorzugsweise verschweißt. Am radial innenliegenden und am radial außenliegenden Ende sind die Platten 16a und 16b mit Abwinklungen 16d versehen, die somit die Aufgabe der Lochbleche 15a und 15i bei der Ausführungsform nach Fig. 10 übernehmen, nämlich den radial innenliegenden und radial außenliegenden Abschluß eines Segments der Wärmeaustauschfläche. Um benachbarte Plattenpaare 16a und 16b auf einfache Weise miteinander verbinden zu können, sind an den Abwinklungen 16d schließlich leistenartig hervorstehende Ränder 16e ausgebildet, die miteinander verschweißt werden und auf diese Weise einen gasdichten Abschluß ergeben.

Die Ausbildung der rohrartigen Strömungskanäle 16c kann auf den jeweiligen Einsatzzweck abgestimmt werden. Wie Fig. 11 erkennen läßt, ist es möglich, die durch die einzelnen Plattenpaare 16a, 16b gebildeten Strömungskanäle 16c im Verhältnis zu dem benachbarten Plattenpaar 16a, 16b in Strömungsrichtung des Gases G2 zu ver-

setzen. Ein derartiger Versatz ist auch bei der Ausführungsform nach Fig. 10 durch entsprechende Anordnung der Rohre 14 möglich.

5 Bezugszeichenliste :

	1	Kreisring
	1a	Längsmittelachse
	1b	Kanalabschnitt
10	1c	Kanalabschnitt
	1d	Kanalabschnitt
	2	untere Haube
	2a	Anschlußstutzen
	3	obere Haube
15	3a	Anschlußstutzen
	4	Ringkanal
	4a	Anschlußstutzen
	5	Zentralrohr
	5a	Deckel
20	6	Platte
	6a	Noppe
	6b	Plattenabschnitt
	6c	Plattenabschnitt
	7a	axialer Strömungskanal
25	7r	radialer Strömungskanal
	8a	Verbindungsstück
	8b	Verbindungsstück
	9	Stütze
	10	Reinigungsvorrichtung
30	11	Platte
	11a	Durchbrechung
	12	Trennblech
	13a	Umlenkammer
	13b	Umlenkammer
35	14	Rohr
	15a	Lochblech
	15i	Lochblech
	16a	Platte
	16b	Platte
40	16c	Strömungskanal
	16d	Abwinklung
	16e	Rand
	G1	aufzuwärmendes Gas
45	G2	wärmeabgebendes Gas

Patentansprüche

- 50 1. Vorrichtung zum Austausch der Wärme zwischen zwei im Kreuzstrom zueinander geführten Gasen (G1, G2), vorzugsweise zur Wiederaufheizung gereinigter Rauchgase hinter Rauchgasentschwefelungsanlagen, mit einer Mehrzahl etwa parallel zueinander angeordneter Strömungskanäle (7a, 7r), deren Trennwände auf der einen
- 55 Seiten mit dem wärmeabgebenden und auf der anderen Seite mit dem wärmeaufnehmenden Gas beaufschlagt und in einem Kreisring (1) so angeordnet sind, daß die Strömungskanäle (7a, 7r) abwechselnd in axialer und in radialer Richtung durchströmt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die axial durchströmten Kanäle (7a) durch jeweils eine stirnseitige Haube (2, 3) an mindestens eine Zuleitung bzw. Ableitung für das eine
- 60 Gas (G2) angeschlossen sind und die radial
- 65

durchströmten Kanäle (7r) über einen außenliegenden, mit mindestens einem Anschlußstutzen (4a) versehenen Ringkanal sowie über ein durch eine der Hauben (3) geführtes Zentralrohr (5) mit der Zuleitung bzw. Ableitung des anderen Gases (G1) verbunden sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der die Strömungskanäle (7a, 7r) enthaltende Kreisring (1) mit senkrechter Längsmittelachse (1a) angeordnet und die Vorrichtung auf Stützen (9) aufgeständert ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungskanäle (7a, 7r) durch Platten (6, 11) gebildet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die etwa radial im Kreisring (1) angeordneten Platten (6) mit ihren Oberflächen etwa parallel zur Längsmittelachse (1a) des Kreisringes (1) ausgerichtet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (11) mit ihrer Oberfläche rechtwinklig zur Längsmittelachse (1a) des Kreisringes (1) ausgerichtet sind und daß die Platten (11) mit die Strömungskanäle (7a) bildenden Durchbrechungen (11a) versehen sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die radial durchströmten Kanäle (7r) in axialer Richtung des Kreisringes (1) durch Trennbleche (12) in mehrere gegenläufig durchströmte Kanalabschnitte (1b, 1c, 1d) unterteilt sind, von denen ein Kanalabschnitt (1d) im Ringkanal (4) mündet und die anderen Kanalabschnitte (1b, 1c) über Umlenkammern (13a, 13b) miteinander verbunden sind.

7. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die im Kreisring (1) angeordneten Platten (6, 11) in radialer Richtung des Kreisringes (1) in mehrere Abschnitte (6b, 6c) aufgeteilt sind.

8. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 4, 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die in radialer Richtung des Kreisringes (1) durchströmten Kanäle (7r) durch parallel zueinander angeordnete Platten (6) gebildet sind und daß die in axialer Richtung des Kreisringes (1) durchströmten Kanäle (7a) durch spitzwinklig zueinander verlaufende Platten (6) gebildet sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungskanäle (7a, 7r) durch Rohre (14) gebildet sind, die sich zwischen parallel zueinander angeordneten Lochplatten (15a, 15i) erstrecken.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (14) im Bereich der radial innenliegenden Lochplatte (15i) einen kleineren Strömungsquerschnitt aufweisen als im Bereich der radial außenliegenden Lochplatte (15a).

11. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungskanäle (7a, 7r) durch Plattenpaare (16a, 16b) gebildet sind, die zumindest an den Rändern gasdicht miteinander verbunden sind und rohrartige Strömungskanäle (16c) bilden.

12. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß

im Bereich mindestens einer stirnseitigen haube (2,3) eine Reinigungsvorrichtung (10) für die in axialer Richtung des Kreisringes (1) durchströmten Kanäle (7a) und im Bereich des Zentralrohres (5) und/oder des Ringkanals (4) eine weitere Reinigungsvorrichtung (10) für die in radialer Richtung durchströmten Kanäle (7r) vorgesehen sind.

Claims

1. Device for exchanging heat between two gases (G1, G2) which are conveyed in crossflow to one another, preferably for reheating scrubbed flue gases after gas desulphurizing plant, with a plurality of flow channels (7a, 7r) which are arranged approximately parallel to one another and the dividing walls of which are acted upon on one side by the heat-emitting gas and on the other by the heat-absorbing gas and are arranged in a circular ring (1) such that gas flows through the flow channels (7a, 7r) in the axial and in the radial direction in turn, characterised in that the channels (7a) through which gas flows axially are connected via a respective end hood (2, 3) to at least one supply line or discharge line for one gas (G2) and the channels (7r) through which gas flows radially are connected via an outer ring channel, which is provided with at least one connection sleeve (4a), and via a central tube (5), which extends through one of the hoods (3), to the supply line or discharge line for the other gas (G1).

2. Device according to claim 1, characterised in that the circular ring (1) comprising the flow channels (7a, 7r) is arranged with a vertical longitudinal central axis (1a) and the device is mounted on supports (9).

3. Device according to claim 1, characterised in that the flow channels (7a, 7r) are formed by plates (6, 11).

4. Device according to claims 1 to 3, characterised in that the surfaces of the plates (6), which are arranged approximately radially in the circular ring (1), extend approximately parallel to the longitudinal central axis (1a) of the circular ring (1).

5. Device according to claims 1 to 3, characterised in that the surfaces of the plates (11) extend at a right angle to the longitudinal central axis (1a) of the circular ring (1) and that the plates (11) are provided with openings (11a) which form the flow channels (7a).

6. Device according to claim 4, characterised in that the channels (7r) through which gas flows radially are divided in the axial direction of the circular ring (1) by dividing sheets (12) into a plurality of channel sections (1b, 1c, 1d) through which gas flows in opposite directions, one channel section (1d) ending in the ring channel (4) and the other channel sections (1b, 1c) being connected together via baffle chambers (13a, 13b).

7. Device according to at least one of claims 1 to 6, characterised in that the plates (6, 11), which

are arranged in the circular ring, are divided in the radial direction of the circular ring (1) into a plurality of sections (6b, 6c).

8. Device according to at least one of claims 4, 6 and 7, characterised in that the channels (7r) through which gas flows in the radial direction of the circular ring (1) are formed by plates (6) which are arranged parallel to one another and that the channels (7a) through which gas flows in the axial direction of the circular ring (1) are formed by plates (6) which extend at an acute angle to one another.

9. Device according to claim 1, characterised in that the flow channels (7a, 7r) are formed by tubes (14) which extend between perforated plates (15a, 15i) which are arranged parallel to one another.

10. Device according to claim 9, characterised in that the tubes (14) have a smaller flow cross section in the area of the radially inner perforated plate (15i) than in the area of the radially outer perforated plate (15a).

11. Device according to claim 1, characterised in that the flow channels (7a, 7r) are formed by plate pairs (16a, 16b) which are connected together in a gastight manner at least at the edges and form tubular flow channels (16c).

12. Device according to at least one of claims 1 to 11, characterised in that a cleaning device (10) is provided in the area of at least one end hood (2, 3) for the channels (7a) through which gas flows in the axial direction of the circular ring (1) and a further cleaning device (10) is provided in the area of the central tube (5) and/or the ring channel (4) for the channels (7r) through which gas flows in the radial direction.

Revendications

1. Dispositif destiné à un échange de chaleur entre deux gaz (G1, G2) guidés dans des courants qui se croisent, de préférence pour le réchauffage de gaz de fumée nettoyés, en aval d'installations de désulfuration de gaz de fumée, comportant une multiplicité de canaux d'écoulement (7a, 7r) disposés à peu près parallèlement les uns aux autres, aux parois de séparation desquels sont appliqués sur un côté le gaz émetteur de chaleur et sur l'autre côté le gaz récepteur de chaleur, ces parois de séparation étant disposées en un anneau circulaire (1) de sorte que les canaux d'écoulement (7a, 7r) sont parcourus en alternance en direction radiale, caractérisé en ce que les canaux (7a) parcourus axialement sont raccordés chacun par une boîte frontale (2, 3) au moins à une conduite d'amenée ou une conduite de sortie pour le premier gaz (G2) et en ce que les canaux (7r) parcourus radialement sont raccordés avec la conduite d'amenée ou la conduite d'évacuation de l'autre gaz (G1) par un canal annulaire situé à l'extérieur, comportant au moins une tubulure de raccordement (4a), ainsi que par un tube central (5) traversant l'une des boîtes (3).

2. Dispositif selon la revendication 1, caracté-

risé en ce que l'anneau circulaire (1) contenant les canaux d'écoulement (7a, 7r) comporte un axe longitudinal médian vertical (1a) et que le dispositif repose sur des appuis (9).

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les canaux d'écoulement (7a, 7r) sont constitués par des plaques (6, 11).

4. Dispositif selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les plaques (6) disposées à peu près radialement dans l'anneau circulaire (1) sont orientées d'une façon telle que leurs surfaces sont à peu près parallèles à l'axe médian longitudinal (1a) de l'anneau circulaire (1).

5. Dispositif selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les plaques (11) sont orientées d'une façon telle que leurs surfaces sont perpendiculaires à l'axe médian longitudinal (1a) de l'anneau circulaire (1) et en ce que les plaques (11) comportent des orifices (11a) qui constituent les canaux d'écoulement (7a).

6. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les canaux (7r) parcourus radialement sont divisés dans la direction radiale de l'anneau circulaire (1) par des plaques de séparation (12) en plusieurs parties de canaux (1b, 1c, 1d) parcourues en sens inverses, parmi lesquels une partie de canal (1d) débouche dans le canal annulaire (4) et les autres parties de canaux (1b, 1c) sont reliées les unes aux autres par des chambres d'inversion (13a, 13b).

7. Dispositif selon l'une au moins des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les plaques (6, 11) disposées dans l'anneau circulaire (1) sont divisées dans la direction radiale de l'anneau circulaire (1) en plusieurs parties (6b, 6c).

8. Dispositif selon l'une au moins des revendications 4, 6 et 7, caractérisé en ce que les canaux (7r) parcourus dans la direction radiale de l'anneau circulaire (1) sont constitués par des plaques (6) disposées parallèlement les unes aux autres et en ce que les canaux (7a) parcourus dans la direction axiale de l'anneau circulaire (7) sont constitués par des plaques (6) disposées en formant des angles aigus les unes par rapport aux autres.

9. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les canaux d'écoulement (7a, 7r) sont constitués par des tubes (14), qui s'étendent entre des plaques tubulaires (15a, 15i) disposées parallèlement les unes aux autres.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que les tubes (14) présentent, dans la zone de la plaque tubulaire (15i) située radialement à l'intérieur, une plus petite section d'écoulement que dans la zone de la plaque tubulaire (15a) située radialement à l'extérieur.

11. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les canaux d'écoulement (7a, 7r) sont constitués par des paires de plaques (16a, 16b) qui sont reliées les unes aux autres de façon étanche aux gaz au moins sur les bords et qui constituent des canaux d'écoulement (16c) de type tubulaire.

12. Dispositif selon l'une au moins des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'un dispositif

de nettoyage (10) destiné aux canaux (7a) parcourus dans la direction axiale de l'anneau circulaire (1) est disposé au moins dans la zone d'une boîte frontale (2, 3) et en ce qu'un autre dispositif de

nettoyage (10) destiné aux canaux (7r) parcourus en direction radiale est disposé dans la zone du tube central (5) et/ou du canal annulaire (4).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

9

Fig. 1

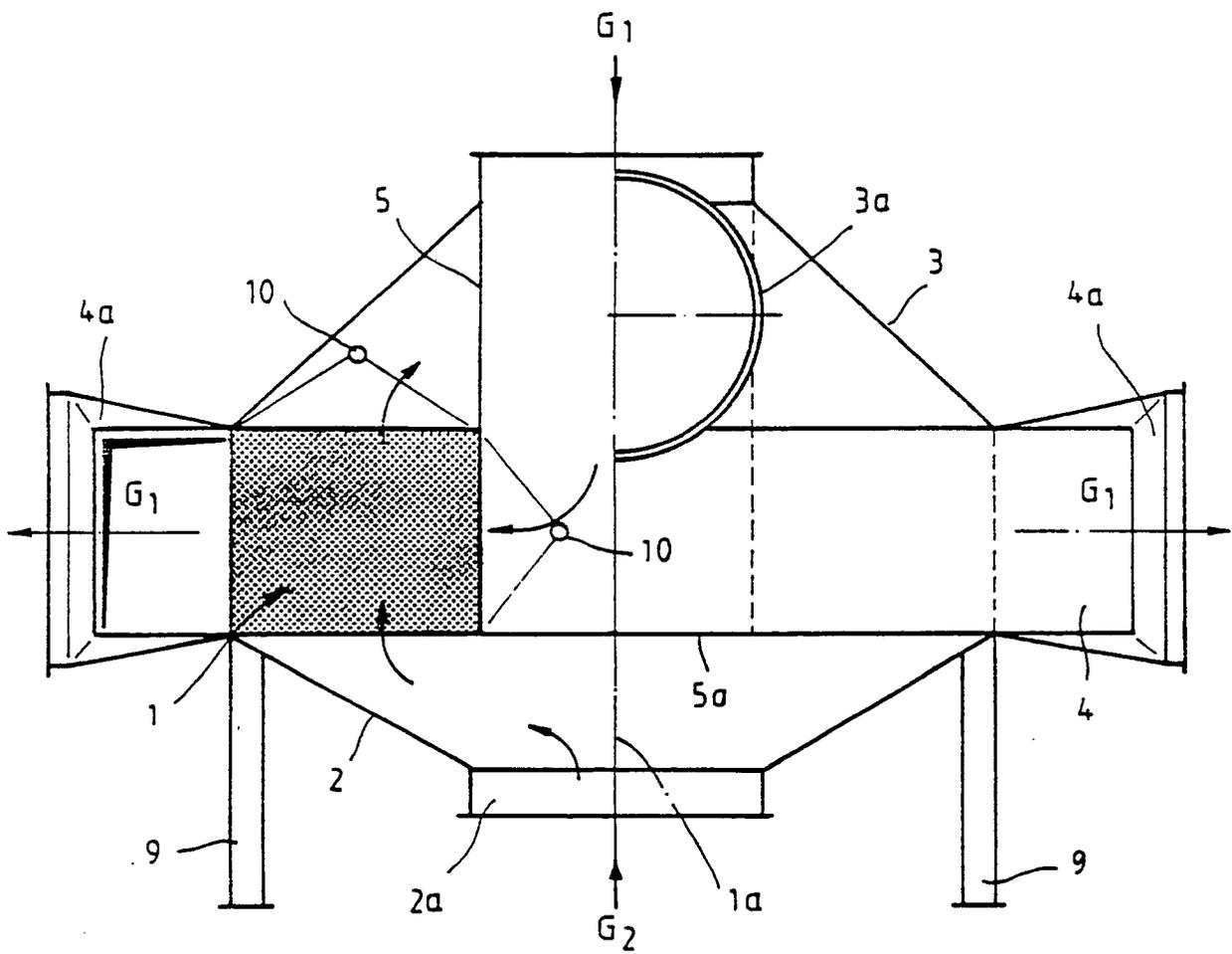


Fig. 2

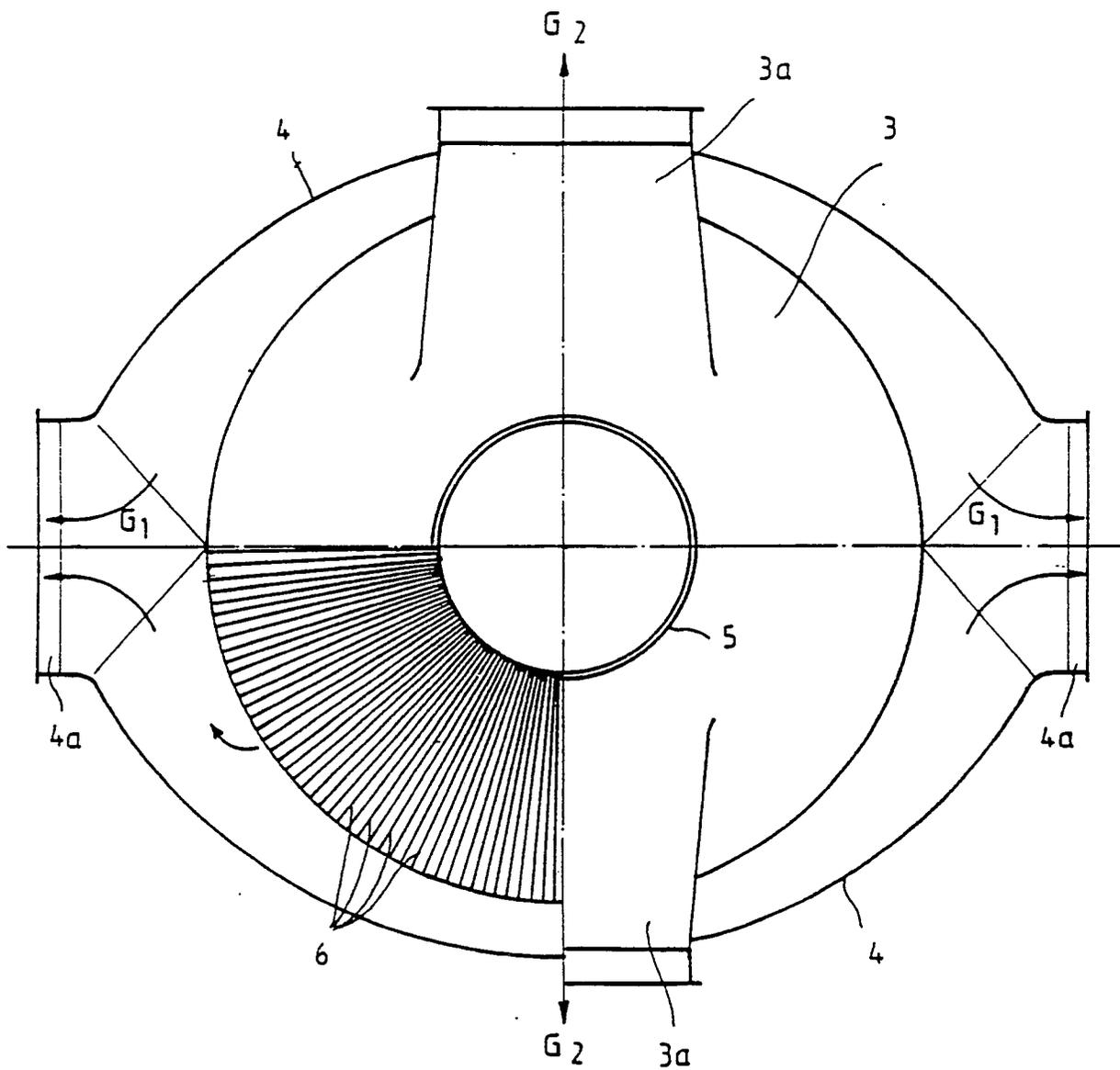


Fig. 1

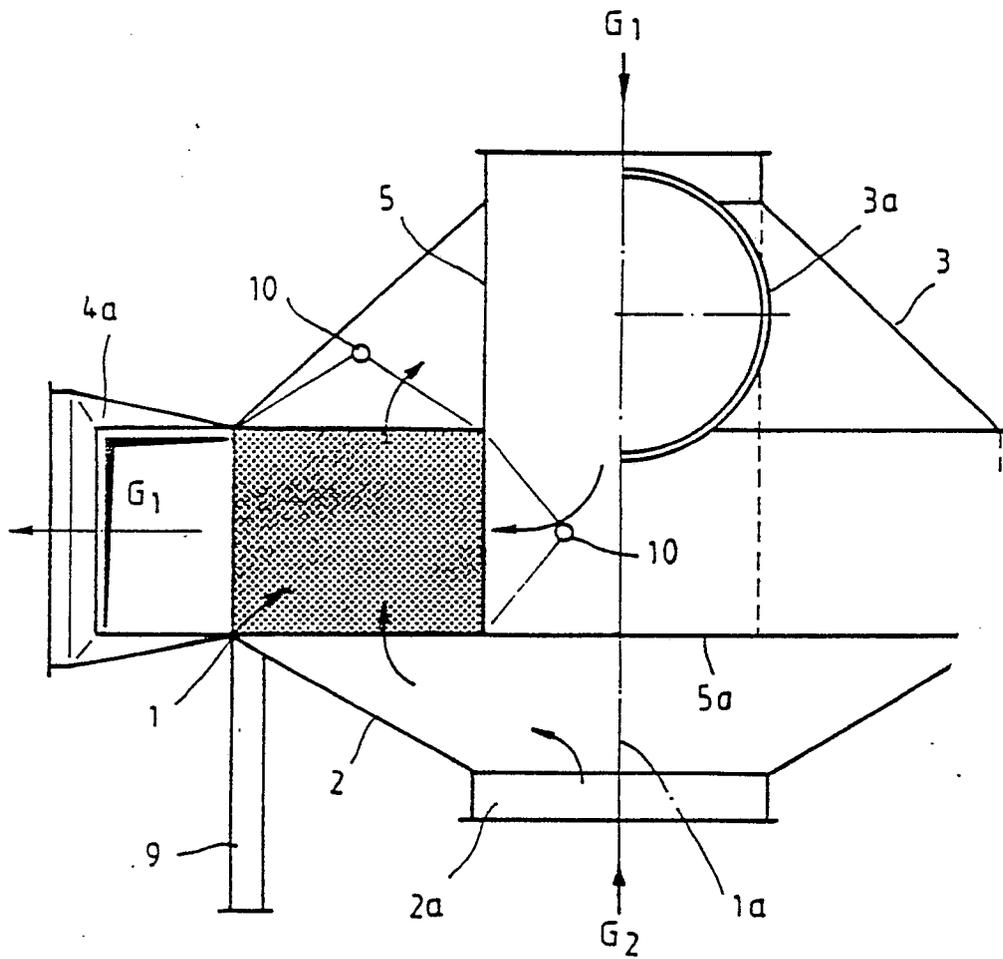


Fig. 8

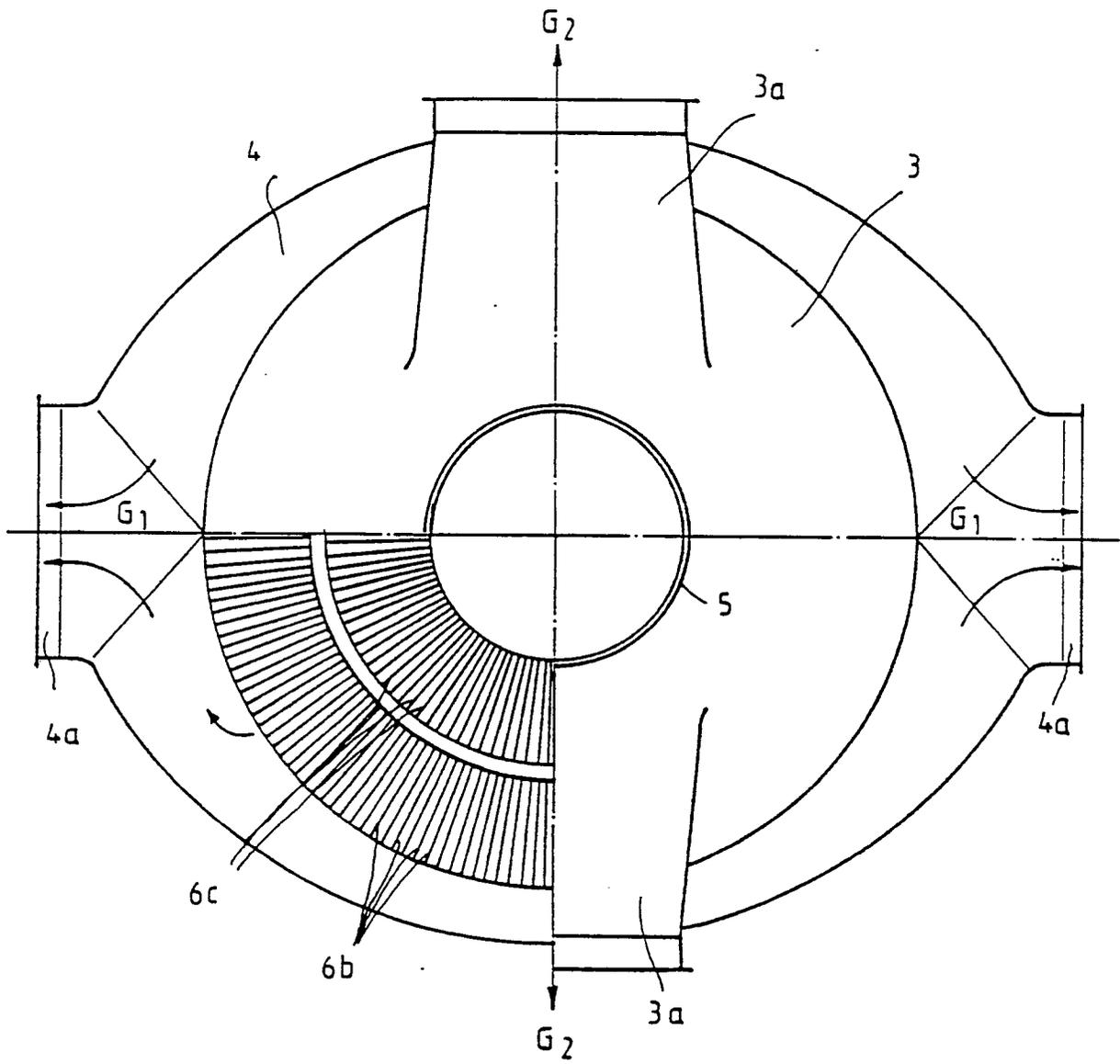
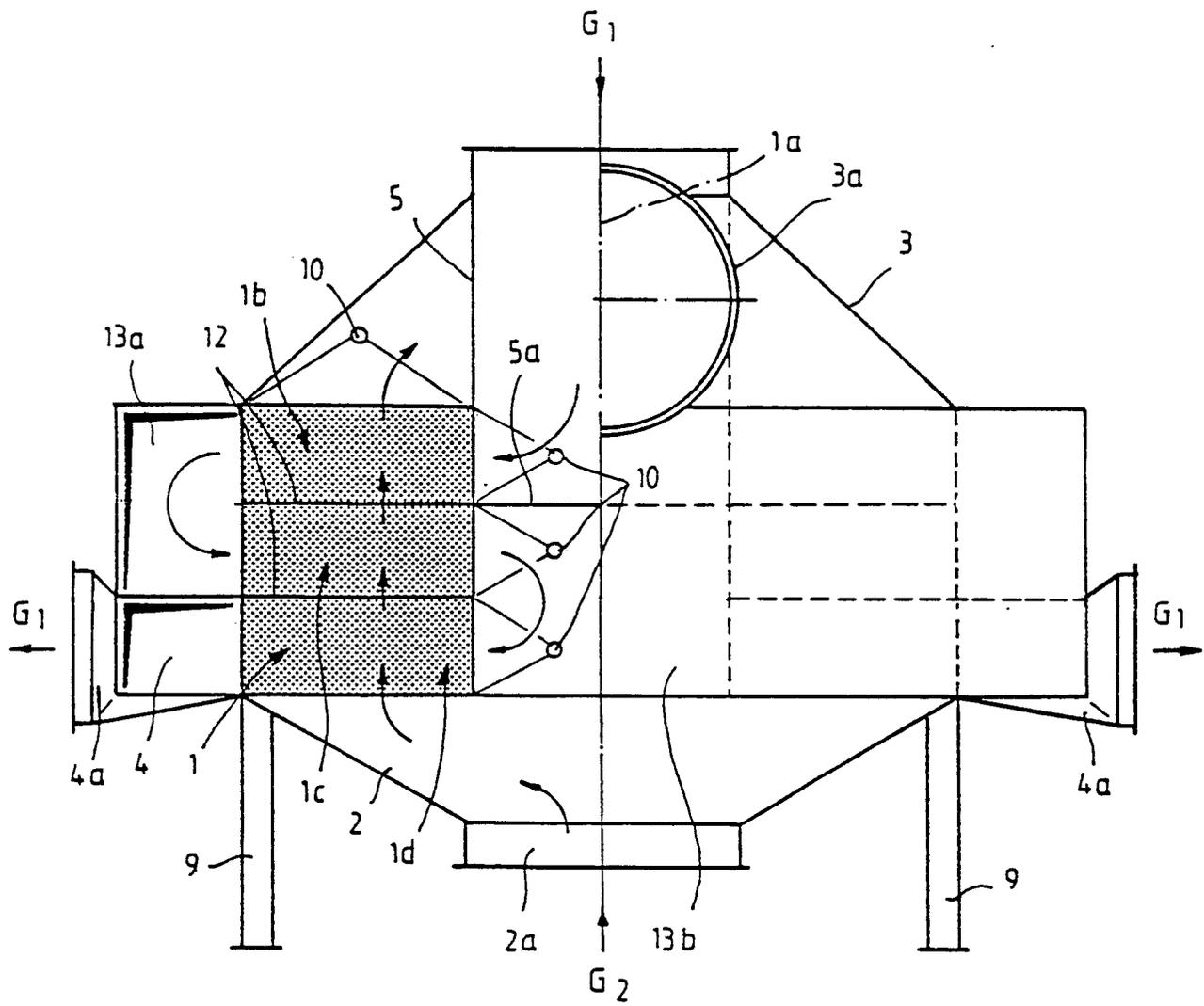


Fig. 9



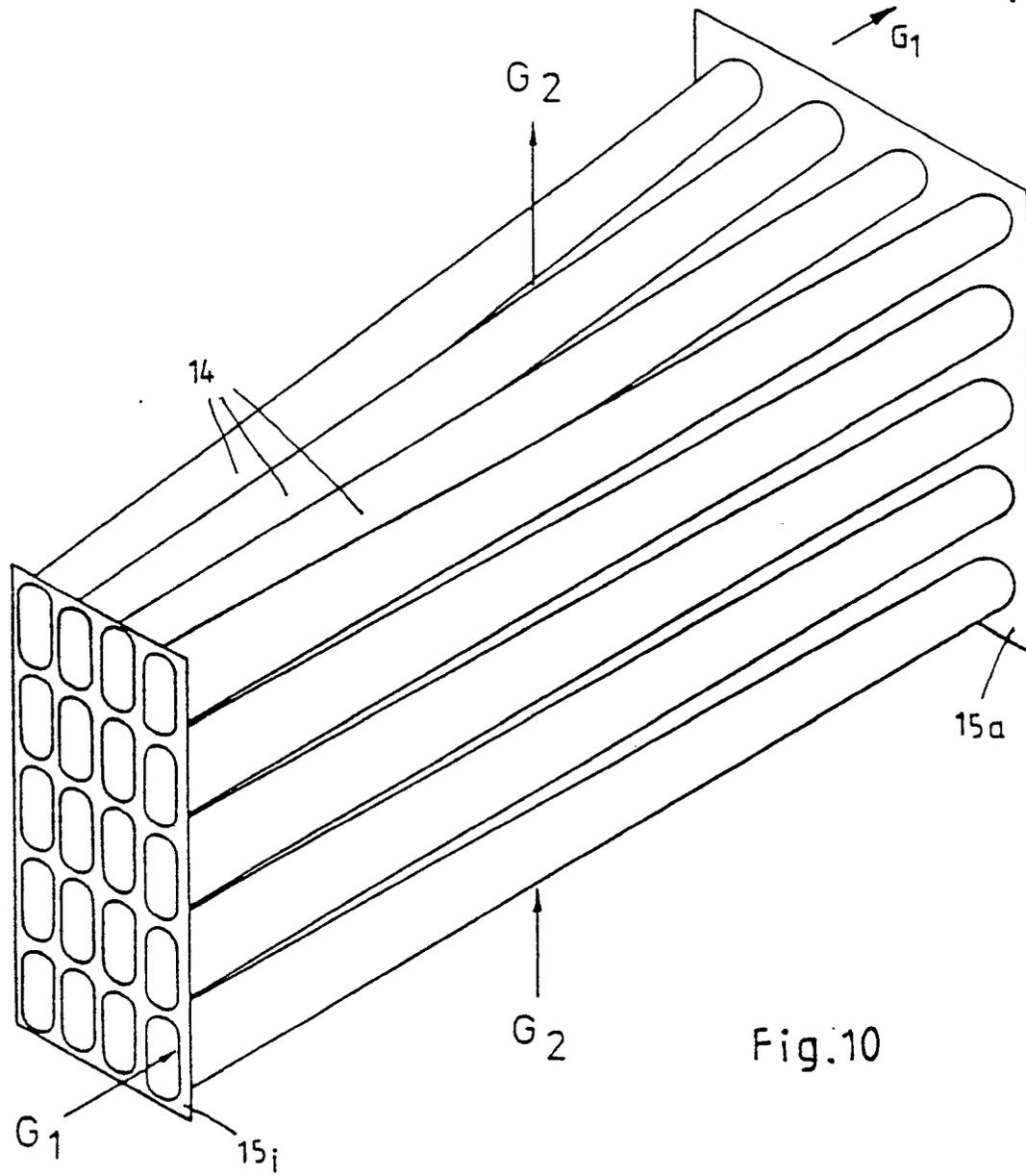


Fig.10

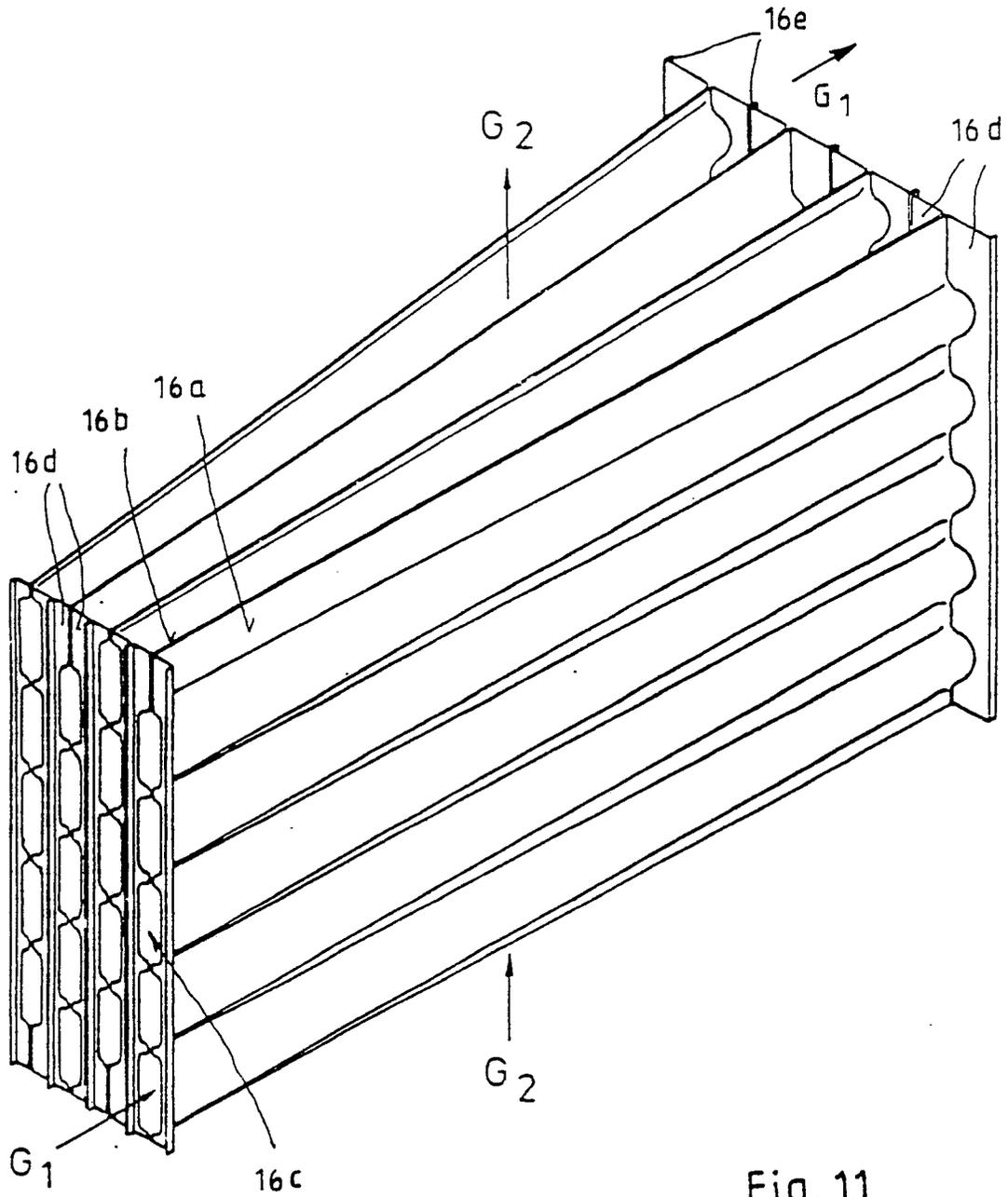


Fig. 11