

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 90105477.5

51 Int. Cl.⁵: **F28F 21/04, F28D 9/00**

22 Anmeldetag: 23.03.90

30 Priorität: 25.03.89 DE 3909996

Wilhelm-Johnen-Strasse
D-5170 Jülich(DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.10.90 Patentblatt 90/40

72 Erfinder: **Förster, Siegfried, Dr.**
Ottenfeld 1

64 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DK ES FR GB IT LI NL SE

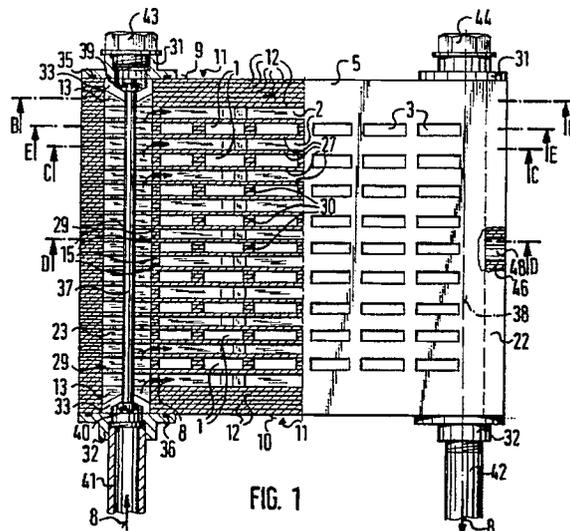
D-5110 Aisdorf(DE)
 Erfinder: **Quell, Peter, Dr.**
Birkenweg 23
D-5100 Aachen(DE)

71 Anmelder: **FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH**
GMBH

54 **Keramischer Wärmeübertrager.**

57 Zum rekuperativen Wärmeaustausch zwischen einem gasförmigen und einem flüssigen Stoffstrom ist ein keramischer Wärmeübertrager mit einer Wärmeübertragermatrix vorgesehen, die im Querschnitt schlitzförmige, benachbart angeordnete und parallel zueinander verlaufende Gaskanäle 1 und Flüssigkeitskanäle 2 aufweist. Zum Ein- und Auslaß der Stoffströme sind entsprechende Einlaß- und Auslaßöffnungen 3, 18, 19 in den Begrenzungswänden der Wärmeübertragermatrix eingelassen. Um die Medienanschlüsse unabhängig von der für die Wärmeübertragung erforderlichen Abmessung der Wärmeübertragermatrix gestalten zu können, sind zur Führung

des flüssigen Stoffstroms an den Flüssigkeitsein- und -auslaßschlitzen 18, 19 an beiden Seiten der Wärmeübertragermatrix die Begrenzungswände 20 überdeckende Führungstaschen 23, 24 vorgesehen, deren Querschnitt sich ausgehend von den Flüssigkeitsein- und -auslaßschlitzen 18, 19 erweitert. Darüber hinaus sind an den Enden des erweiterten Bereichs der Führungstaschen 23, 24 Anschlußöffnungen 12, 13 angeordnet, die Anschlußstutzen 31, 32 für den Anschluß von Flüssigkeitsleitungen 41, 42 aufweisen. In den schlitzförmigen Gas- und Flüssigkeitskanälen 1, 2 sind zur Führung von Gas und Flüssigkeit Stege 16, 17, 29 eingesetzt.



EP 0 389 971 A2

Die Erfindung bezieht sich auf einen keramischen Wärmeübertrager zum rekuperativen Wärmeaustausch zwischen einem gasförmigen auf einen flüssigen Stoffstrom in einer Wärmeübertragermatrix mit parallel zueinander verlaufenden, schlitzförmigen Gaskanälen und Flüssigkeitskanälen. Die Merkmale des keramischen Wärmeübertragers, von dem die Erfindung ausgeht, sind im Oberbegriff des Patentanspruches 1 angegeben.

Rekuperative keramische Wärmeübertrager mit schlitzförmigen Strömungskanälen für die Medien und entsprechend geformten Einlaß- und Auslaßöffnungen sind aus DE-PS 27 07 290 und DE-PS 28 41 571 bekannt. Die Dimension dieser Wärmetauscher bestimmt dabei in üblicher Weise die Anzahl der für den Wärmeaustausch erforderlichen Strömungskanäle. Für den Anschluß von Medienleitungen verbleiben in den meisten Fällen nur geringe zur Verfügung stehende Flächen. Metallische Anschlüsse für die Medien, die zum Zu- und Abführen der Medien am keramischen Wärmeübertrager anzuschließen sind, sind deshalb nur schwierig unterzubringen und sind wegen der erforderlichen ebenen Dichtflächen und wegen der gewünschten gleichmäßigen Durchströmung der Wärmetauschermatrix, insbesondere im flüssigkeitsführenden Bereich nur unter großem Aufwand so zu gestalten, daß auch bei höherem Mediendruck eine sichere Abdichtung der Anschlüsse erzielt wird.

Aus DE-OS 23 60 785 ist ein metallischer Wärmeübertrager bekannt, dessen Aufbau das Abscheiden von Gas aus einer am Wärmeaustausch beteiligten, Gas entwickelnden Flüssigkeit berücksichtigt. In den Flüssigkeitskanälen sind Zwischenwände vorgesehen, die Flüssigkeit und Gas trennen sollen. Die Anschlüsse der Medienleitungen am Wärmeübertrager tragen der gewünschten Medientrennung Rechnung.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen keramischen Wärmeübertrager zu schaffen, der einfach gestaltbare Medienanschlüsse unabhängig von der für die Wärmeübertragung erforderlichen Abmessung der Wärmeübertragermatrix ermöglicht, wobei zugleich ein gleichmäßiges Durchströmen der Wärmetauschermatrix, insbesondere in ihren von der Flüssigkeit durchströmten Bereich gefördert wird.

Diese Aufgabe wird bei einem keramischen Wärmeübertrager der eingangs genannten Art durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Danach sind zur Führung des flüssigen Stoffstroms zu den Flüssigkeitseinlaßschlitzen und von den Flüssigkeitsauslaßschlitzen weg Führungstaschen vorgesehen, die die Begrenzungswände der Wärmeübertragermatrix überdecken, in denen die Flüssigkeitseinlaß- und -auslaßschlitze angeordnet sind. Der Querschnitt der Führungstaschen erweitert sich jeweils ausgehend von den

Flüssigkeitseinlaß- bzw. -auslaßschlitzen, wobei im erweiterten Bereich Anschlußöffnungen mit Anschlußstutzen für den Anschluß von Flüssigkeitsleitungen angeordnet sind. Die durch die Querschnittsverengung der Führungstaschen erreichte Strömungsführung wird durch Anordnen von Stegen in den Flüssigkeitskanälen der Wärmeübertragermatrix unterstützt. Stege zur Strömungsführung sind auch in den Gaskanälen vorgesehen. Es wird auf diese Weise eine dem gewünschten Wärmeaustausch angepaßte optimale Verteilung der im Wärmeaustausch stehenden Medien in ihren Strömungskanälen erreicht. Eine Schlierenbildung ist unterbunden.

Zur besseren Flüssigkeitsverteilung sind nach Patentanspruch 2 in den Flüssigkeitskanälen von den Flüssigkeitseinlaßschlitzen ausgehende Führungsstege zum Einführen der Flüssigkeit und am Flüssigkeitsaustritt vor den Flüssigkeitsauslaßschlitzen Umlenkstege angeordnet. Die Umlenkstege bewirken in der Flüssigkeit am Flüssigkeitsaustritt eine turbulente Strömung, die den Wärmeaustausch in diesem Bereich der Wärmeübertragermatrix wesentlich erhöht. Auf diese Weise läßt sich die Materialtemperatur des Wärmeübertragers auch im Eingangsbereich des heißen Gases niedrig halten und das einströmende Gas unmittelbar nach seinem Eintritt in die Gaskanäle rasch abkühlen. Die Stege in den Gaskanälen verlaufen zweckmäßig vom Gaseinlaß bis zum Gasauslaß geradlinig, Patentanspruch 3.

In weiterer Ausbildung der Erfindung gemäß Patentanspruch 4 sind die Führungstaschen mit den sie begrenzenden Wandungen und die Wärmeübertragermatrix im keramischen Wärmeübertrager derart integriert, daß Führungstaschen und Wärmeübertragermatrix einen einheitlichen keramischen Block bilden. Ein einfacher Aufbau dieses Blockes ergibt sich bei keilförmiger Ausbildung der Führungstaschen, die Flüssigkeitseinlaß- und -auslaßschlitze befinden sich dann zweckmäßig im Bereich der Keilspitzen der Führungstaschen, Patentanspruch 5. Die Keilform der Führungstaschen, die sich zum Zu- und Abführen der im Wärmeaustausch stehenden Flüssigkeit auf der Zu- und Abströmseite der Wärmeübertragermatrix befinden, wird durch leichte Schräglage der Wärmeübertragermatrix im Wärmeübertrager erreicht. Es ergibt sich somit für den Wärmeübertragerblock, der zweckmäßig quaderförmig ausgebildet ist, eine optimale Raumausnutzung.

Die Form der Flüssigkeitstaschen mit einer einerseits am Flüssigkeitseintritt erhaltenen Verengung des Strömungsquerschnittes vom Flüssigkeitseintritt bis zu den Flüssigkeitseinlaßschlitzen an der Wärmeübertragermatrix erzeugt einen Flüssigkeitsaufstau, der zu einer gleichmäßigen Flüssigkeitsverteilung in der Wärmeübertragermatrix

führt. Andererseits ergibt sich auf der Auslaßseite für die Flüssigkeit von den Flüssigkeitsauslaßschlitzen bis zum Flüssigkeitsauslaß in den Führungstaschen eine das Abströmen der Flüssigkeit begünstigende Erweiterung des Strömungsquerschnitts.

Um metallische Leitungsanschlüsse für die im Wärmeaustausch stehende Flüssigkeit in einfacher Weise mit den Anschlußöffnungen des Wärmeübertragers zu verbinden, sind nach Patentanspruch 6 an den Führungstaschen Zuganker vorgesehen, die durch den Freiraum der Führungstaschen hindurch zwischen zwei sich gegenüberliegenden Anschlußöffnungen verlaufen und die Verschraubungen aufweisen, an denen Anschlußstutzen für die Flüssigkeitsleitungen zu befestigen sind. Zur eindeutigen Positionierung der Anschlußstutzen sind diese mit Drehsicherungen und zum wasserdichten Anschluß an den Wärmeübertrager mit einsetzbaren Dichtungsringen versehen. Über ein inneres Gewinde in den Anschlußstutzen können die Flüssigkeitsleitungen auf einfache Weise angeschlossen werden. Die Anschlußstutzen lassen sich aber auch mit Blindverschlüssen verschließen.

Zur Belüftung des flüssigkeitsführenden Bereichs der Wärmeübertragermatrix sind gemäß Patentanspruch 7 im Bereich der Keilspitzen der Führungstaschen verschließbare Belüftungseinrichtungen angebracht. An diese Belüftungseinrichtungen kann ohne weiteres auch ein automatischer Entlüfter angeschlossen werden.

Bei einem in Schichtbauweise gefertigten Wärmeübertrager ist es zweckmäßig, die den Wärmeübertrager bildenden Schichten sowohl zur Ausbildung der Wärmeübertragermatrix als auch zur Ausbildung der Führungstaschen zu nutzen. Hierzu weisen Wandschichten und Stegschichten des Wärmeübertragers entsprechende Aussparungen zur Ausbildung geeigneter Strömungsräume auf, Patentanspruch 8.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung angegebenen Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Zeichnung zeigt im einzelnen:

Figur 1 Halbschnitt eines Wärmeübertragers gemäß Schnittlinie A/A nach Figur 2;

Figur 2 Längsschnitt des Wärmeübertragers nach Figur 1 gemäß Schnittlinie B/B;

Figur 3 Längsschnitt des Wärmeübertragers nach Figur 1 gemäß Schnittlinie C/C;

Figur 4 Längsschnitt des Wärmeübertragers nach Figur 1 gemäß Schnittlinie D/D;

Figur 5 Längsschnitt des Wärmeübertragers nach Figur 1 gemäß Schnittlinie E/E.

Wie aus Figur 1 ersichtlich ist, handelt es sich bei dem im Ausführungsbeispiel wiedergegebenen Wärmeübertrager um einen in Schichtbauweise hergestellten keramischen Wärmeübertrager. Der

Wärmeübertrager besteht aus einzelnen keramischen Schichten, die zur Ausbildung von Strömungsräumen für die im Wärmeaustausch stehenden Medien Aussparungen aufweisen. Die einzelnen Schichten werden mehrlagig aneinandergesetzt, so daß von Zwischenwänden begrenzte Hohlräume entstehen, durch die die im Wärmeaustausch stehenden Medien hindurchgeleitet werden können. Die Schichten werden im grünen Zustand der Keramik aufeinandergelegt und dabei aneinander fixiert. Der auf diese Weise gebildete Grünling des Wärmeübertragers wird anschließend gesintert und zu einem einheitlichen keramischen Block mit gasdichten Wänden zwischen den Strömungsräumen der Medien verarbeitet. Als keramisches Material für die Herstellung des Wärmeübertragers sind insbesondere Siliciumcarbid und Siliciumnitrid geeignet.

Die einzelnen keramischen Schichten, aus denen der Wärmeübertrager aufgebaut ist, sind in Figur 1 in ihrer Aufeinanderfolge im Wärmeübertrager und in Figuren 2 bis 5 jeweils einzeln dargestellt.

Figur 1 zeigt einen Halbschnitt eines Wärmeübertragers mit Gaskanälen 1 und Flüssigkeitskanälen 2 für die im Wärmeaustausch stehenden Medien. Im Ausführungsbeispiel wird durch heißes Gas Wasser erhitzt. Das heiße Gas als Wärmeträger durchströmt die Gaskanäle 1 von Zu- und Abströmöffnungen 3 zu Abströmöffnungen 4 hin, die je auf entgegengesetzt liegenden Stirnseiten 5 und 6 des Wärmeübertragers angeordnet sind, wie aus Figur 5 hervorgeht. Die Strömungsrichtung der Gase in den Gaskanälen 1 ist in Figur 5 durch Pfeile 7 angegeben. Aus Figur 1 ist die schlitzförmige Ausbildung der Gaskanäle 1 ersichtlich.

Das zu erwärmende Wasser wird in den ebenfalls schlitzförmigen Flüssigkeitskanälen 2 durch den inneren Teil des Wärmeübertragers geführt. Dieser innere Teil, der dem Wärmeaustausch zwischen heißem Gas und zu erwärmendem Wasser dient, bildet die Wärmeübertragermatrix. Die Strömungsrichtung des Wassers beim Durchströmen des Wärmeübertragers ist durch Pfeile 8 markiert, die in Figur 1 und Figur 3 eingetragen sind. Das Wasser strömt in den Flüssigkeitskanälen 2 im Ausführungsbeispiel im Gegenstrom zum heißen Gas in den Gaskanälen 1.

Das zu erwärmende Wasser wird in den Wärmeübertrager auf Längsseiten 9, 10 des Wärmeübertragers zu- und abgeführt, die senkrecht zu den Stirnseiten 5 und 6 verlaufen. An diesen Längsseiten 9, 10 ausgebildete Längswände 11 werden durch Aneinanderfügen von Wandschichten 12 geformt, von denen eine der Wandschichten in Figur 2 dargestellt ist. Die Wandschicht 12 weist Ausnehmungen zur Ausbildung von Anschlußöffnungen 13, 14 zum Zu- und Abführen des im

Wärmeübertrager zu erwärmenden Wassers auf. Auf den Anschluß der wasserführenden Flüssigkeitsleitungen am Wärmeübertrager wird in der Beschreibung an nachfolgender Stelle noch einmal zurückgekommen.

Im Wärmeübertrager schließen sich an die Wandschichten 12 - im Ausführungsbeispiel sind sechs Wandschichten 12 zur Ausbildung der Längswand 11 aufeinandergesetzt-mehrlagige Stegschichten 15 zur Ausbildung der Flüssigkeitskanäle 2 für das Wasser an. Die Stegschichten 15 sind in Figur 3 dargestellt. Die Stegschichten 15 weisen im Bereich der Wärmeübertragermatrix Stege 16, 17, nämlich Führungsstege 16 und Umlenkstege 17 zur Führung des zu erwärmenden Wassers im Flüssigkeitskanal 2 auf. Die Führungsstege 16 gehen von Flüssigkeitseinlaßschlitzen 18 aus und dienen zur gleichmäßigen Verteilung des Wassers über den Querschnitt des Flüssigkeitskanals 2. Die Umlenkstege 17 sind vor Flüssigkeitsauslaßschlitzen 19 zur Verwirbelung des Wassers und zur Verbesserung des Wärmeübergangs in diesen Bereich angeordnet.

Neben den der Wasserführung dienenden Führungs- und Umlenkstegen 16, 17 werden mit den Stegschichten 15 sowohl Begrenzungswände 20 für die Wärmeübertragermatrix als auch Außenwände 21, 22 für den Wärmeübertrager ausgebildet. Bei letzteren handelt es sich einerseits um die Ausbildung von Stirnwänden 21, andererseits um die Ausbildung von Längswänden 22.

Zwischen den Begrenzungswänden 20 der Wärmeübertragermatrix und den Längswänden 22 verbleiben Ausnehmungen zur Ausbildung von Führungstaschen 23, 24, über die das zu erwärmende Wasser in die Wärmetauschermatrix ein- bzw. ausgeführt wird. In Figur 3 geben die bereits erwähnten Pfeile 8 die Strömungsrichtung des Wassers an. Im Ausführungsbeispiel sind die Führungstaschen keilförmig ausgebildet, wobei die Flüssigkeitseinlaß- bzw. -auslaßschlitze 18, 19 jeweils im Bereich von Keilspitzen 25, 26 der Führungstaschen 23, 24 angeordnet sind.

Auf die in Figur 3 dargestellten Stegschichten 15 - im Ausführungsbeispiel sind drei Stegschichten 15 zur Ausbildung eines Flüssigkeitskanals 2 aufeinandergelegt - folgt beim Zusammenfügen des keramischen Wärmeübertragers eine Wandschicht 27, wie sie in Figur 4 dargestellt ist. Mit dieser Wandschicht wird im Bereich der Wärmeübertragermatrix zunächst der Flüssigkeitskanal 2 abgedeckt. Über die Wandschicht 27 findet zugleich der Wärmeaustausch zwischen zu erwärmendem Wasser und heißem Gas statt. Die Wandschicht 27 bildet die Begrenzungswand zwischen Gaskanälen 1 und Flüssigkeitskanälen 2. In ihrem Randbereich weist die Wandschicht 27 Ausnehmungen 28 auf, die die erforderlichen räumlichen Verbindungen zur

Verteilung des Wassers in den Führungstaschen 23, 24 herstellen. Zwischen den Ausnehmungen 28 verbleiben Stege 29, die die durch den Flüssigkeitsüberdruck in den Flüssigkeitstaschen gegenüber Umgebungsdruck entstehenden mechanischen Belastungen im Wandbereich des Wärmeübertragers aufnehmen und in Längswände 22 und Begrenzungswände 20 einleiten.

In Figur 5 ist eine Stegschicht 30 zur Ausbildung der Gaskanäle 1 dargestellt. Die Stegschicht 30 weist Stege 30' zur Führung des heißen Gases auf, die Stege 30' verlaufen geradlinig. Die Gasströmung ist durch die Pfeile 7 markiert. Im Randbereich der Stegschicht 30 befinden sich wieder Ausnehmungen zur Ausbildung der Führungstaschen 23, 24, über die das zu erwärmende Wasser zu- bzw. abgeführt wird. Da diese Bereiche der Führungstaschen 23, 24 den Gaskanälen unmittelbar benachbart sind, findet in diesem Bereich auch ein Wärmeaustausch zwischen Flüssigkeit und heißem Gasen statt. Die äußeren Teile der Stegschicht 30 bilden wieder die Außenwände 21, 22 des Wärmeübertragers, nämlich die Stirnwände 21 und die Längswände 22.

An die Stegschichten 30, von denen im Ausführungsbeispiel zur Ausbildung der Gaskanäle 1 drei Stegschichten 30 aufeinandergeschichtet sind, schließt sich wieder eine Wandschicht 27 (Figur 4) an. Darauf folgen wieder Stegschichten 15 (Figur 3) zur Ausbildung der Flüssigkeitskanäle 2 und schließlich wird wieder eine Wandschicht 27 ange-
setzt.

Ist die Ausbildung der vorgeschriebenen Anzahl von Gaskanälen 1 und Flüssigkeitskanälen 2 für den Wärmeübertrager beendet, so folgen zum Abschluß des Wärmeübertragers nochmals Wandschichten 12 (Figur 2) mit Anschlußöffnungen 13, 14 zum Zu- und Abführung des im Wärmeaustausch zu erwärmende Wassers. Die Wandschichten 12 schließen den Wärmeübertrager nach Aufeinanderlegen aller vorbeschriebenen Wand- und Stegschichten auf seiner Längsseite 10 unter Ausbildung einer weiteren Längswand 11 ab, siehe Figur 1. Zur Ausbildung der Längswand 11 werden sechs Wandschichten 12 aneinandergesetzt.

Durch Schräglage der Wärmeübertragermatrix gegenüber den rechteckig aneinanderstoßenden Außenwänden des Wärmetauschers entstehen beim Aufeinanderschichten der Wand- und Stegschichten die beiden beidseitig der Wärmeübertragermatrix angeordneten Führungstaschen 23, 24 mit keilförmiger Ausbildung. Diese Form der Führungstaschen ermöglicht eine gute Verteilung des Wassers im Eintritts- und Austrittsbereich des Wärmeübertragers. Es entsteht ein in sich zusammenhängender Strömungsbereich für das Wasser, durch den das Wasser in die Wärmeübertragermatrix eingeführt, bzw. nach seiner Erwärmung aus der Wär-

meüberträgermatrix abgeführt werden kann.

In die dabei ausgebildeten Anschlußöffnungen 13, 14 der Führungstaschen 23, 24 werden - wie aus Figur 1 ersichtlich ist - Anschlußstutzen 31, 32 mit Drehsicherungen 33, 34 und Dichtungsringen 35, 36 eingesetzt und durch Zuganker 37, 38 mit Verschraubungen 39, 40 dicht auf den Anschlußöffnungen 13, 14 aufgesetzt. Die Zuganker durchdringen den freien Raum der Führungstaschen 23, 24 und sind an den sich gegenüberliegenden Anschlußöffnungen 13, 14 befestigt.

Die sich jeweils gegenüberliegenden Anschlußstutzen 31, 32 können entweder beidseitig mit einer Flüssigkeitsleitung oder, wie dies im Ausführungsbeispiel der Fall ist, auf nur einer Seite mit einer Flüssigkeitsleitung 41 bzw. 42 verbunden sein, und auf der anderen Seite mit einem Blindverschluß 43, 44 geschlossen werden.

Zur Entlüftung des wasserführenden Bereiches des Wärmetauschers sind jeweils im Bereich der Keilspitzen 25, 26 der Führungstaschen 23, 24 Entlüftungseinrichtungen 45, 46 vorgesehen. Im Ausführungsbeispiel sind die Entlüftungseinrichtungen 45, 46 durch eingeschraubte Pfropfen 47, 48 geschlossen. Es lassen sich jedoch an die Entlüftungseinrichtungen auch selbsttätig arbeitende Entlüfter anschließen.

Nach Aufeinanderschichten aller Wand- und Stegschichten 12, 15, 27, 30 im grünen Zustand wird der Wärmeübertrager dem verwendeten keramischen Werkstoff entsprechend gesintert und zu einem einheitlichen gas- und druckwasserdichten keramischen Wärmeübertragerblock ausgebildet. In diesem Block sind aufgrund der Ausgestaltung der einzelnen Schichten die Wärmeüberträgermatrix und die Führungstaschen mit ihren Anschlüssen für die Flüssigkeitsleitungen integriert.

Ansprüche

1. Keramischer Wärmeübertrager zum Wärmeaustausch zwischen einem einem gasförmigen und einem flüssigen Stoffstrom mit einer Wärmeüberträgermatrix mit im Querschnitt schlitzförmigen, benachbart angeordneten und parallel zueinander verlaufenden Gaskanälen und Flüssigkeitskanälen mit Flüssigkeitseinlaß- und Flüssigkeitsauslaßschlitzen in Begrenzungswänden der Wärmeüberträgermatrix, die die Gas- und Flüssigkeitskanäle am Rande der Schlitze abdecken,

dadurch gekennzeichnet,

daß zur Führung des flüssigen Stoffstroms an den Flüssigkeitsein- und auslaßschlitzen (18, 19) an beiden Seiten der Wärmeüberträgermatrix die Begrenzungswände (20) überdeckende Führungstaschen (23, 24) vorgesehen sind, deren Querschnitt sich ausgehend von den Flüssigkeitsein- und -

auslaßschlitzen (18, 19) erweitert, und daß an den Enden des erweiterten Bereichs der Führungstaschen (23, 24) Anschlußöffnungen (13, 14) mit Anschlußstutzen (31, 32) für den Anschluß von Flüssigkeitsleitungen (41, 42) angeordnet sind, und daß in den schlitzförmigen Gas- und Flüssigkeitskanälen (1, 2) Stege (16, 17, 29, 30') zur Führung von Gas und Flüssigkeit vorgesehen sind.

2. Keramischer Wärmeübertrager nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß in den Flüssigkeitskanälen (2) von den Flüssigkeitseinlaßschlitzen (18) ausgehende Führungsstege (16) zum Einführen der Flüssigkeit und vor den Flüssigkeitsauslaßschlitzen (19) Umlenkstege (17) angeordnet sind.

3. Keramischer Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Stege (30') in den Gaskanälen (1) vom Gaseinlaß an Zuströmöffnungen (3) bis zum Gasauslaß an Abströmöffnungen (4) geradlinig verlaufen.

4. Keramischer Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Führungstaschen (23, 24) mit den sie begrenzenden Wandungen und die Wärmeüberträgermatrix in einem einheitlichen keramischen Wärmeübertragerblock integriert sind.

5. Keramischer Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Führungstaschen (23, 24) keilförmig ausgebildet sind.

6. Keramischer Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß für den Anschluß von Flüssigkeitsleitungen (41, 42) an den Führungstaschen (23, 24) Zuganker (37, 38) vorgesehen sind, die an sich gegenüberliegenden Anschlußöffnungen (13, 14) an den Führungstaschen (23, 24) befestigt sind und durch die Führungstaschen (23, 24) hindurch verlaufen, und an deren Verschraubungen (39, 40) Anschlußstutzen (31, 32) mit Drehsicherungen (33, 34) flüssigkeitsdicht angeschlossen sind, wobei die Anschlußstutzen (31, 32) mit Flüssigkeitsleitungen (41, 42) oder Blindverschlüssen (43, 44) verbindbar sind.

7. Keramischer Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Führungstaschen (23, 24) im Bereich der Keilspitzen (25, 26) verschließbare Entlüftungseinrichtungen (45, 46) aufweisen.

8. Keramischer Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

gekennzeichnet durch

einen schichtweisen Aufbau, wobei die den Wärmeübertrager bildenden keramischen Schichten (12, 15, 27, 30) zugleich Wärmeübertragermatrix und Führungstaschen (23, 24) formen und zur Ausbildung der Strömungsräume in Wandschichten (12, 27) und Stegschichten (15, 30) den Strömungsräumen entsprechende Aussparungen aufweisen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

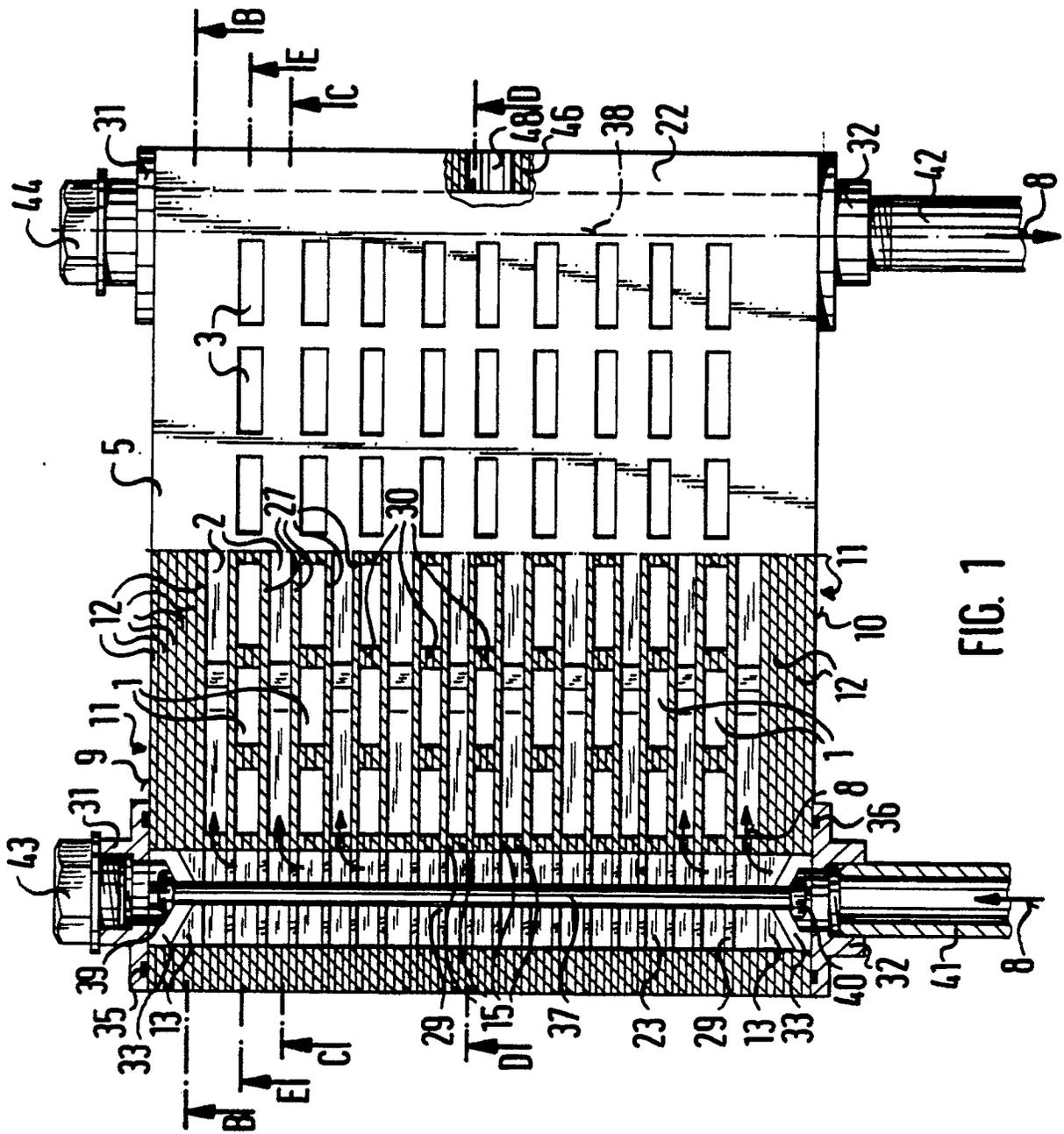


FIG. 1

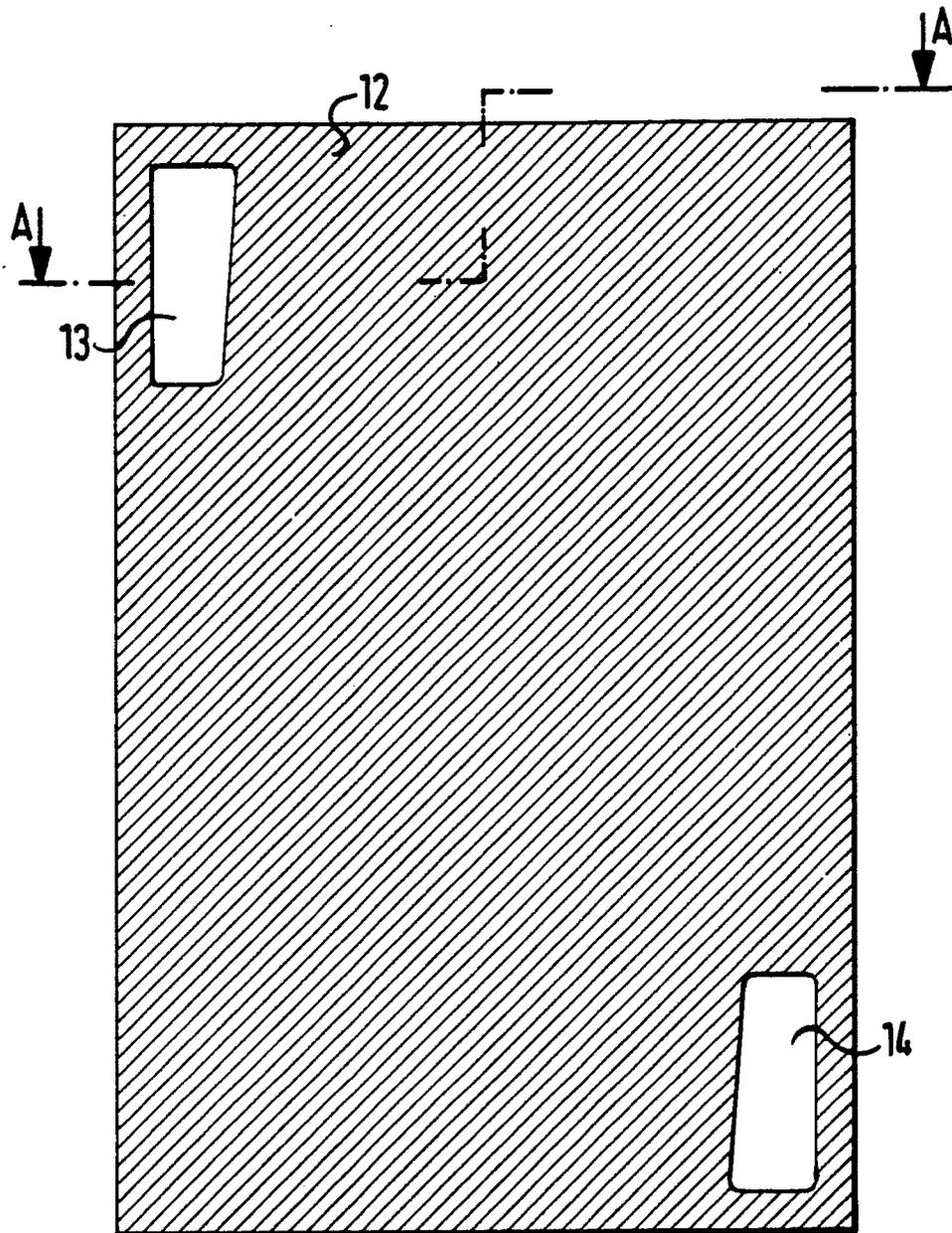


FIG. 2

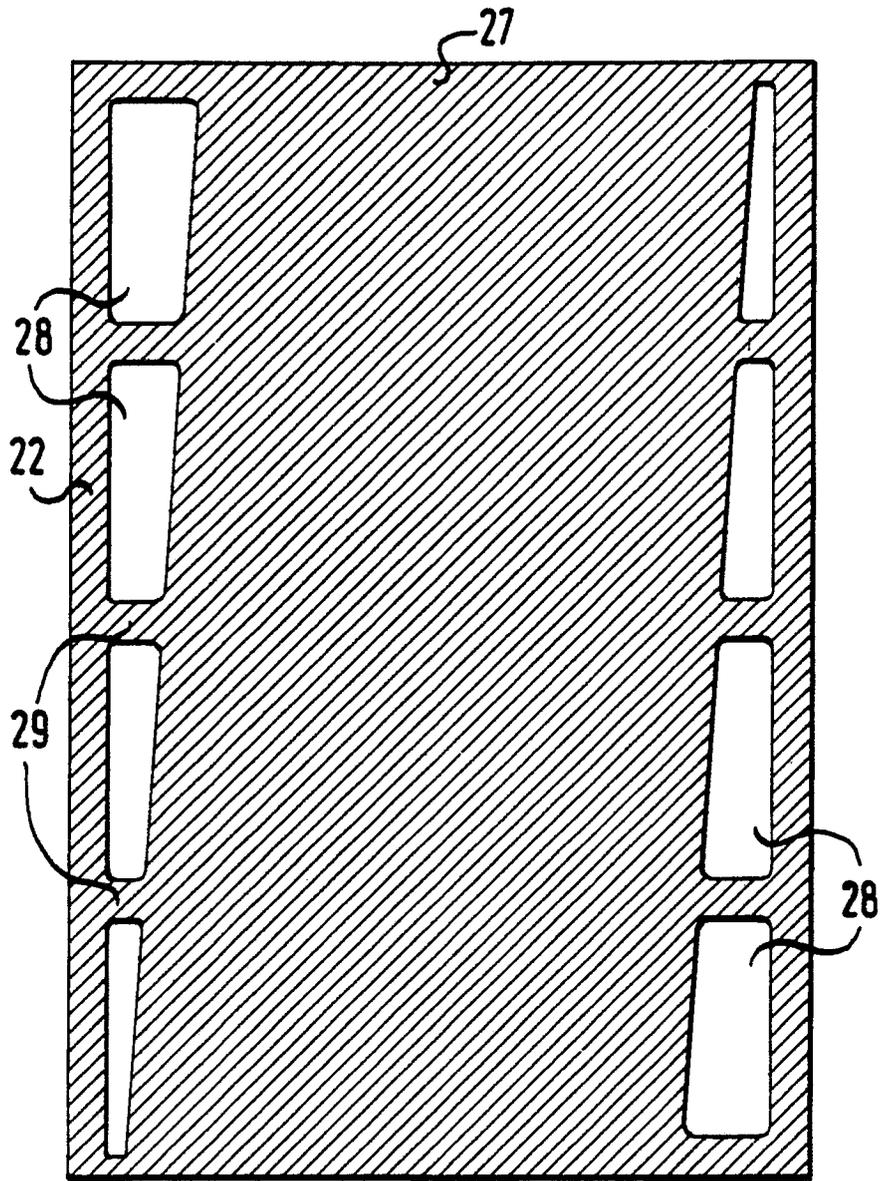


FIG. 4

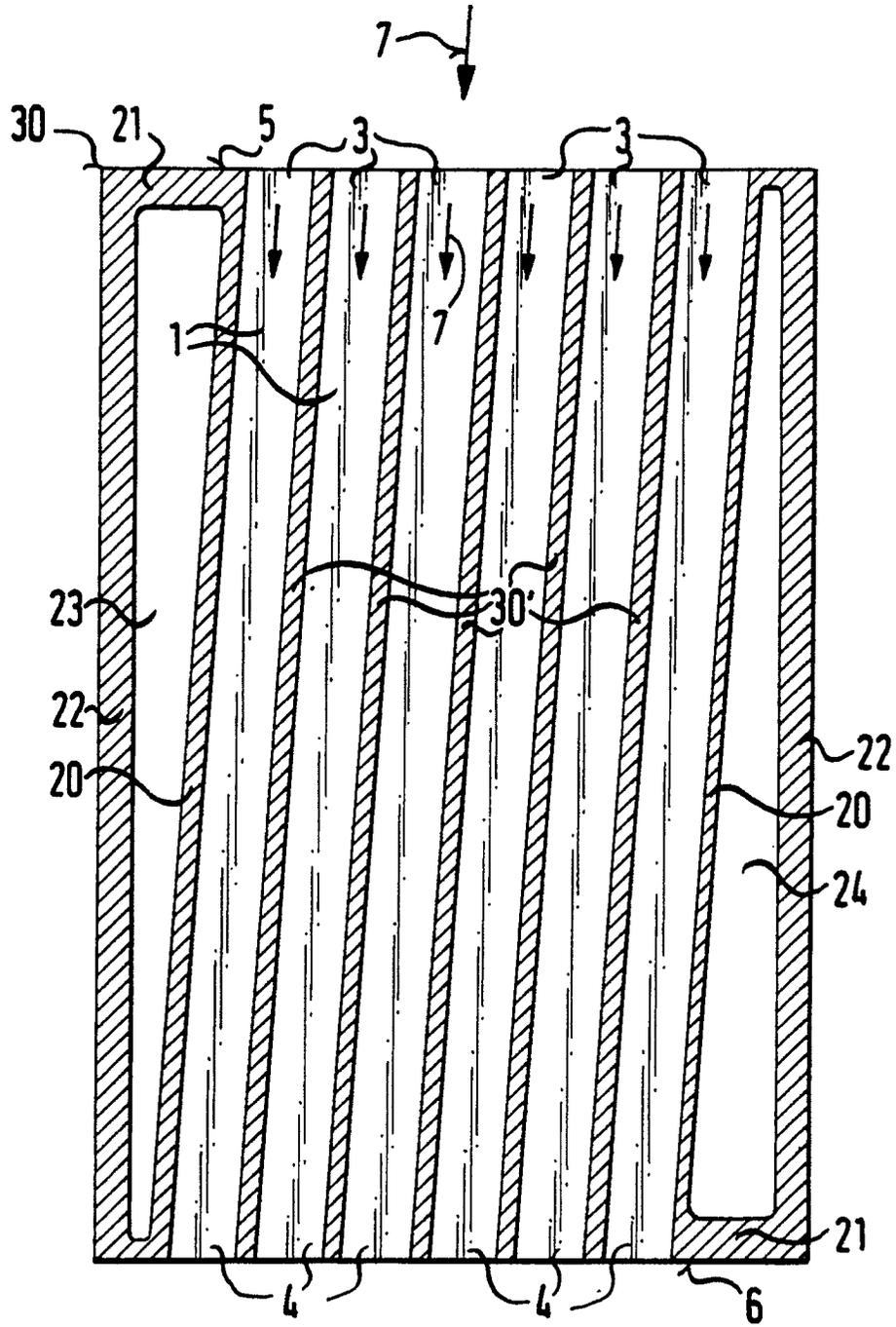


FIG. 5