

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 467 217 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91111529.3**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **F28F 3/08, F28F 21/04**

(22) Anmeldetag: **11.07.91**

(30) Priorität: **17.07.90 DE 4022654**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.01.92 Patentblatt 92/04**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

(71) Anmelder: **HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT**  
**Postfach 80 03 20**  
**W-6230 Frankfurt am Main 80(DE)**

(72) Erfinder: **Böttcher, Jürgen**

**Samstagstrasse 8**

**W-8560 Lauf(DE)**

Erfinder: **Ganz, Rudolf, Dr.**

**Wiesenstrasse 15 A**

**W-8560 Lauf(DE)**

Erfinder: **Heinz, Otto**

**Bahnhofstrasse 66**

**W-6078 Neu Isenburg(DE)**

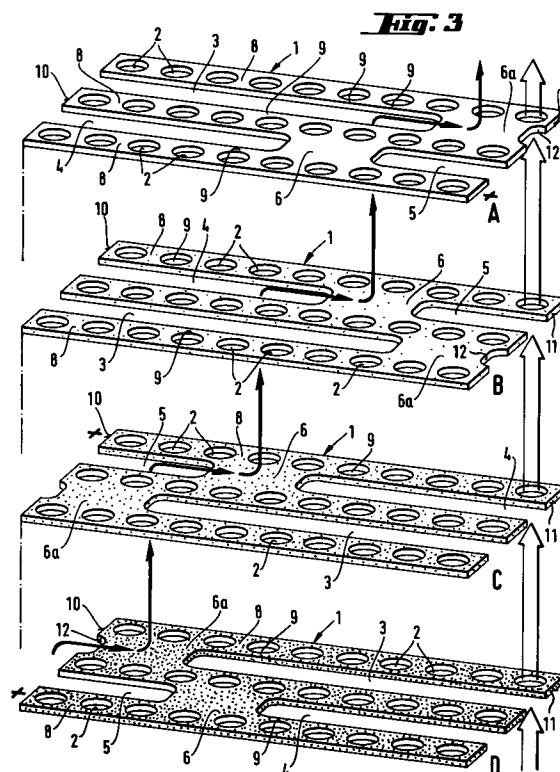
Erfinder: **Hönerlage, Jörg**

**Werner-Siemens-Strasse 19/2**

**W-7531 Kieselbronn(DE)**

(54) **Karte aus keramischem Material zum Aufbau von durchlässigen Strukturen.**

(57) Bei der Karte aus keramischem Material zum Aufbau von durchlässigen Strukturen weist die Karte (1) drei parallel zueinander verlaufende und symmetrieachsen symmetrisch angeordnete Lochreihen auf. Zwischen den Lochreihen sind drei Ausnehmungen (3, 4, 5) unterschiedlicher Länge angeordnet. Die Ausnehmungen schneiden den Kartenrand (10,11) wobei die längste (3) und eine der beiden kürzeren (4,5) in dem gleichen Kartenrand (10) münden und die kürzeste (5) der zweitlängsten (4) gegenübersteht. Die zwischen den Ausnehmungen (4,5) bzw. der Ausnehmung (3) und dem Kartenrand (11) verbleibenden Stege (6, 6a) weisen eine Länge von 25 %  $\pm$  0 bis 6 % bezogen auf die durch die Lochreihenrichtung festgelegte Länge der Karte 1 auf.



EP 0 467 217 A1

Die Erfindung betrifft eine Karte aus keramischem Material zum Aufbau von durchlässigen Strukturen, insbesondere zum Aufbau von Kreuzstromwärmetauschern.

Karten der genannten Art, sowie daraus hergestellte durchlässige Strukturen sind aus der DE-A-36 43 750 bekannt. Die bekannten Karten weisen erste Ausnehmungen auf, die bei gestapelten Karten durchgehende Kanäle bilden. Um die ersten Ausnehmungen sind zweite Ausnehmungen so angeordnet, daß sich die zweiten Ausnehmungen benachbarter Karten teilweise überlappen, wobei sich Kanäle ausbilden, die sich senkrecht zu den durchgehenden Kanälen erstrecken und diese umgeben. Nachteilig ist der große Strömungswiderstand in den Kanälen, die durch die zweiten Ausnehmungen gebildet werden. Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen.

Die Aufgabe wird durch eine Karte aus keramischem Material gelöst, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Karte drei parallel zueinander verlaufende und symmetrieachsensymmetrisch angeordnete Lochreihen aufweist, zwischen den Lochreihen drei Ausnehmungen unterschiedlicher Länge angeordnet sind, die den Kartenrand schneiden, wobei die längste und eine der beiden kürzeren in den gleichen Kartenrand münden und die kürzeste der zweitlängsten gegenübersteht und die zwischen den Ausnehmungen bzw. der Ausnehmung und dem Kartenrand verbleibenden Stege eine Länge von  $25\% \pm 0$  bis  $6\%$  bezogen auf die durch die Lochreihenrichtung festgelegte Länge der Karte aufweisen.

Die zwischen den Löchern einer Lochreihe und einer Lochreihe und den Ausnehmungen verbleibenden Stege können 1 bis 10 mm breit sein, die Ausnehmungen 1 bis 50 mm.

Bei durchlässigen Strukturen aus gebranntem keramischem Material, hergestellt aus gestanzten und laminierten, grünen keramischen Karten gemäß Anspruch 1, sind die Karten abwechselnd durch Wenden um die durch die mittlere Lochreihe definierte Symmetrieachse und um die senkrechte dazu übereinander gestapelt, wobei die Löcher bei gestapelten Karten durchgehende Kanäle bilden und die Ausnehmungen flache Kanäle ausbilden, die sich im wesentlichen quer zu den durchgehenden Kanälen erstrecken. Die Löcher können eine beliebige geometrische Form haben, z.B. kreisförmig, oval, drei- bis vieleckig.

Die Vorteile der Erfindung sind im wesentlichen darin zu sehen, daß durch Variieren der Steglänge zwischen dem Kartenrand und der längsten Ausnehmung bzw. der zweitlängsten und kürzesten Ausnehmung um bis zu  $\pm 6\%$  der Medienaus-tausch zwischen benachbarten flachen Kanälen variabel gestaltet bzw. unterbunden werden kann. Darüberhinaus vermindert sich der Strömungswi-

derstand, da die flachen Kanäle durchgehende Schlitzte bilden. Die durchlässige Struktur läßt sich aus einem Kartenmuster aufbauen.

Es lassen sich ferner Strukturen für mehrere parallel strömende Medien durch Gestaltung der Abschlußfolien aufbauen. Durch Abweichung der Lochmittelpunkte von der gemeinsamen Lochreihenachse können Strukturen aufgebaut werden, bei denen die durch die Löcher gebildeten Kanäle eine stufen- bis schraubenförmige Oberfläche erhalten.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von lediglich einen Ausführungsweg darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Figur 1 die erfindungsgemäße Karte in Draufsicht,

Figur 2 eine Alternative zu Figur 1 in Draufsicht,

Figur 3 die Stapelfolge der Karte gemäß Figur 2 in axonometrischer Darstellung und

Figur 4 vier Karten gestapelt in isometrischer Darstellung.

Die Karte 1 aus grünem keramischem Material weist (2N-1) mit  $N = 2, 3, 4, 5$  parallel zueinander verlaufende und symmetrieachsensymmetrisch angeordnete Lochreihen auf. Die Löcher 2 einer Lochreihe haben einen Abstand von 1 bis 10 mm untereinander, d.h. die zwischen ihnen verbleibenden Stege 8 sind 1 bis 10 mm breit. Zwischen den Lochreihen sind Ausnehmungen 3, 4, 5 unterschiedlicher Länge angeordnet.

Die Ausnehmungen sind 1 bis 50 mm breit und haben einen Abstand (Steg 9) von 1 bis 10 mm zu den Lochreihen. Alle Ausnehmungen beginnen am Rand der Karte, d.h. sie schneiden ihn. Dabei schneidet die längste Ausnehmung 3 und die zweitlängste Ausnehmung 4 den gleichen Kartenrand 10. Die kürzeste Ausnehmung 5 ist der zweitlängsten gegenüber angeordnet und schneidet den Kartenrand 11. Die Länge der zwischen den Ausnehmungen 4 und 5 sowie zwischen der Ausnehmung 3 und dem Kartenrand verbleibenden Stege 6,6a beträgt  $25\% \pm 0$  bis  $\pm 6\%$  der Kartenlänge in Richtung der Lochreihen. Gemäß Figur 1 beträgt die Länge der Stege 6,6a 25 %, gemäß Figur 2 ca. 20 % der Kartenlänge. Bei verkürzten Stegen 6,6a überlappen sich die Ausnehmungen benachbarter Karten, so daß senkrecht zu den flachen Kanälen durchgehende Kanäle entstehen, über die die einzelnen flachen Kanäle untereinander verbunden sind. Dadurch wird eine bessere Verwirbelung und Vermischung des jeweiligen Stoffstromes bewirkt. Sollen größere Einheiten aus den Strukturen zusammengebaut werden, kann es von Vorteil sein, den Kartenrand im Bereich des Steges 6a mit einer Ausnehmung 12 zu versehen, deren Länge bis zu 3 % der Kartenlänge betragen kann. Sind die Stege 6,6a länger als 25 % der Kartenlänge, erhalten

sie die Funktion von Leitflächen bzw. Kühlrippen.

Grüne Karten aus keramischem Material lassen sich nicht in beliebiger Dicke herstellen. Durch Aufeinanderlaminiere einzelner Karten können Platten und Blöcke hergestellt werden, die dann jeweils ein vielfaches der Kartendicke aufweisen. Durch anschließendes Brennen wird der laminierte Block zu einem homogenen keramischem Bauteil. Neben keramischem Material können auch metallische Bleche oder Kunststoffolien für die gestanzten Karten in Betracht kommen.

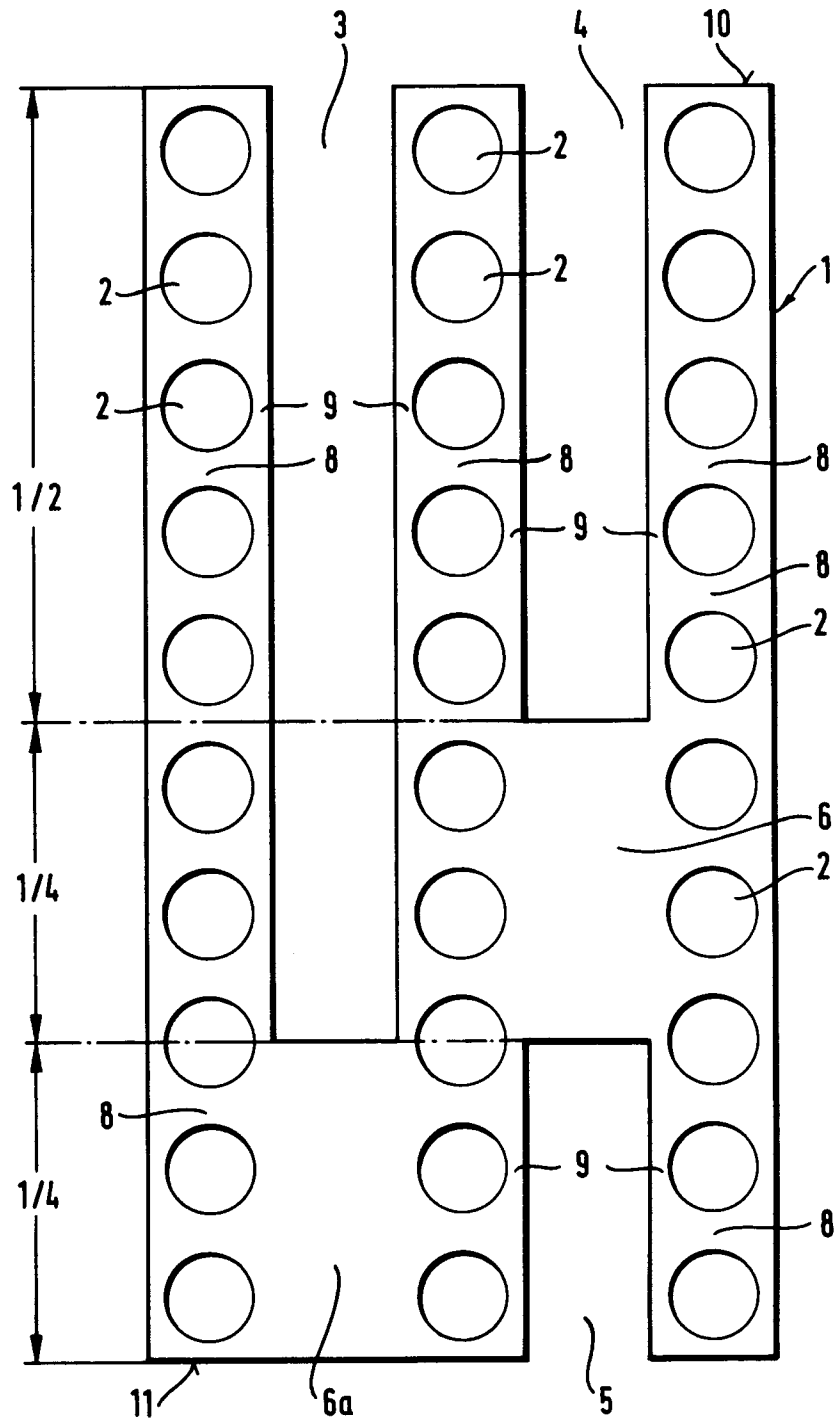
Durch diese Aufbauvarianten kann das Flächenverhältnis von Lochkanälen zu flachen Kanälen beeinflusst werden. Fläche und Kanalquerschnitt auf der Lochseite bleiben dabei immer konstant. Fläche und Kanalquerschnitt der flachen Kanäle können jedoch durch die Anordnung von mehreren Karten in gleicher Lage variiert werden. Der durchströmte Gesamtquerschnitt bleibt auch auf der Seite der flachen Kanäle immer gleich. Die Stapelung von Einzelkarten ergibt das größte Flächenverhältnis. Eine Stapelung von beispielsweise jeweils fünf Karten 1 in gleicher Lage reduziert die Fläche der Verbindungsstege 6, 6a auf 1/5 und vergrößert die einzelnen Kanalquerschnitte auf das fünffache bei gleichbleibendem durchströmten Gesamtquerschnitt und gleichbleibenden Verhältnissen auf der Lochseite. Das heißt, bei Wärmetauschern mit gleichen Außenabmessungen kann das Flächenverhältnis auf einfache Weise variiert und somit den Erfordernissen angepaßt werden. Die Löcher 2, in beliebiger Form und Anzahl sind derart auf der Karte angeordnet, daß sie bei gewendeter Karte 1 immer mit den Löchern 2 der darüber bzw. darunter liegenden Karte deckungsgleich übereinstimmen (Figur 4). Die Stapelfolge (Figur 3), durch die eine Durchlässigkeit der Struktur für das zweite Medium erreicht wird, hat einen Viererrhythmus. Jeweils eine oder mehrere gleichliegende Karten 1 werden durch Wenden in die Lagen A, B, C und D gebracht und in dieser Lage und Reihenfolge aufeinander laminiert. Das heißt, eine bestimmte Kartenecke - durch Pluszeichen angedeutet - kommt nacheinander an alle vier Stapelecken zu liegen. So entsteht Karte B durch Wenden von Karte A um die Symmetrieachse, Karte C durch Wenden von Karte B um die Senkrechte zur Symmetrieachse und Karte D durch Wenden von Karte C um die Symmetrieachse (Figur 3). Die Stapel aus vier Karten werden solange wiederholt, bis die gewünschte Blockhöhe erreicht ist. Der Block kann durch jeweils eine Deckkarte abgeschlossen werden, die lediglich die Lochreihen enthält.

Die beschriebene Karte 1 kann sowohl in Längs- als auch in Querrichtung zu größeren Einheiten zusammengefaßt werden. In Längsrichtung geschieht dies einfach durch aneinanderreihen, in Querrichtung entfällt jeweils eine Lochreihe, denn

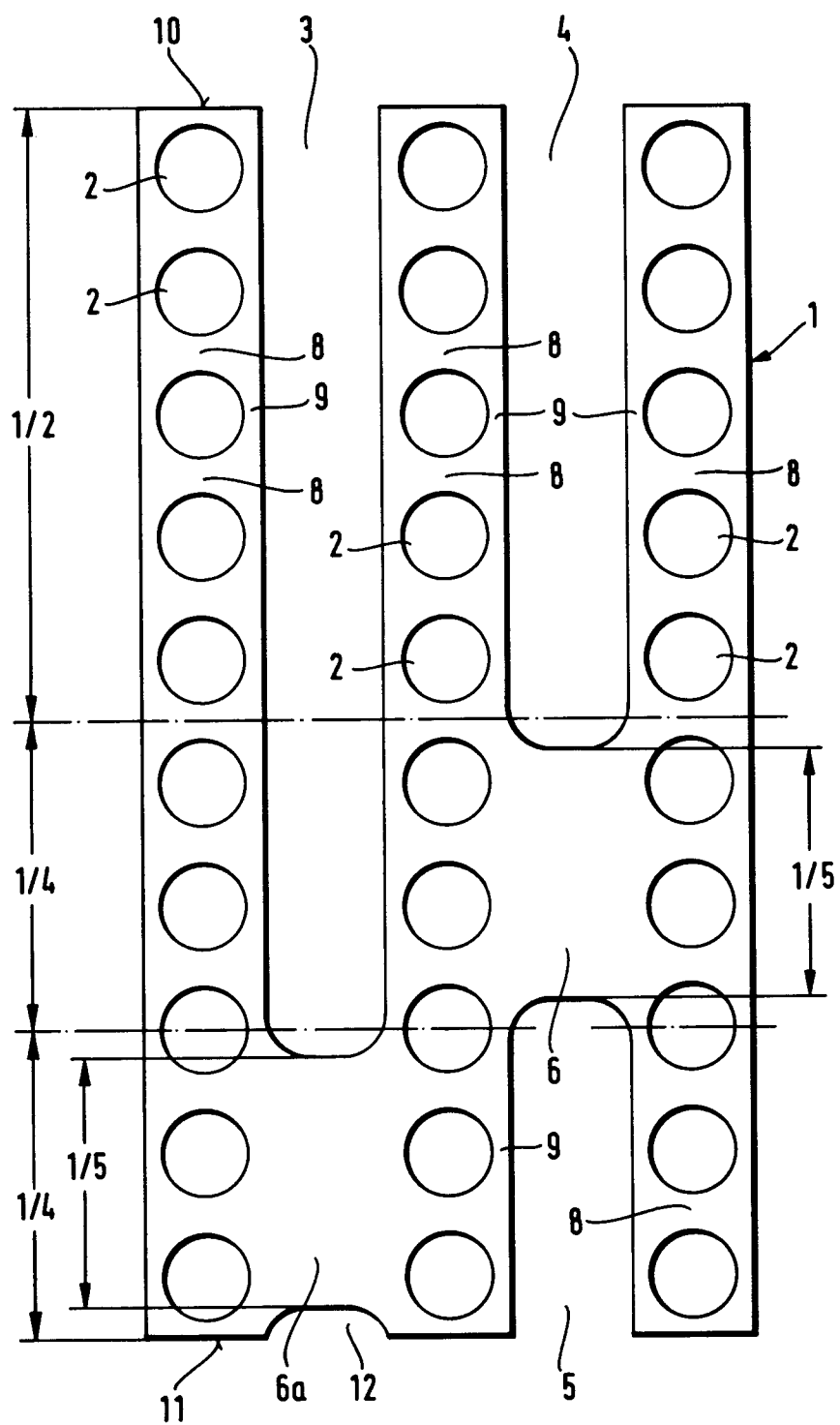
die Anzahl der Lochreihen muß immer ungerade sein.

## Patentansprüche

1. Karte aus keramischem Material zum Aufbau von durchlässigen Strukturen, dadurch gekennzeichnet, daß die Karte (1) drei parallel zueinander verlaufende und symmetrieachsensymmetrisch angeordnete Lochreihen aufweist, zwischen den Lochreihen drei Ausnehmungen (3, 4, 5) unterschiedlicher Länge angeordnet sind, die den Kartenrand (10, 11) schneiden, wobei die längste (3) und eine der beiden kürzeren (4, 5) in den gleichen Kartenrand (10) münden und die kürzeste (5) der zweitlängsten (4) gegenübersteht und die zwischen den Ausnehmungen (4, 5) bzw. der Ausnehmung (3) und dem Kartenrand (11) verbleibenden Stege (6, 6a) eine Länge von  $25 \% \pm 0$  bis  $6 \%$  bezogen auf die durch die Lochreihenrichtung festgelegte Länge der Karte (1) aufweisen.
2. Karte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen den Löchern (2) eine Lochreihe und den Lochreihen und den Ausnehmungen (3, 4, 5) verbleibenden Stege (8, 9) 1 bis 10 mm breit sind und die Breite der Ausnehmungen (3, 4, 5) 1 bis 50 mm beträgt.
3. Durchlässige Struktur aus gebranntem keramischem Material, hergestellt aus gestanzten und laminierten, grünen keramischen Karten gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Karten (1) abwechselnd durch Wenden um die durch die mittlere Lochreihe definierte Symmetrieachse und um die Senkrechte dazu übereinander gestapelt sind, wobei die Löcher (2) bei gestapelten Karten durchgehende Kanäle bilden und die Ausnehmungen (3, 4, 5) flache Kanäle ausbilden, die sich im wesentlichen quer zu den durchgehenden Kanälen erstrecken.

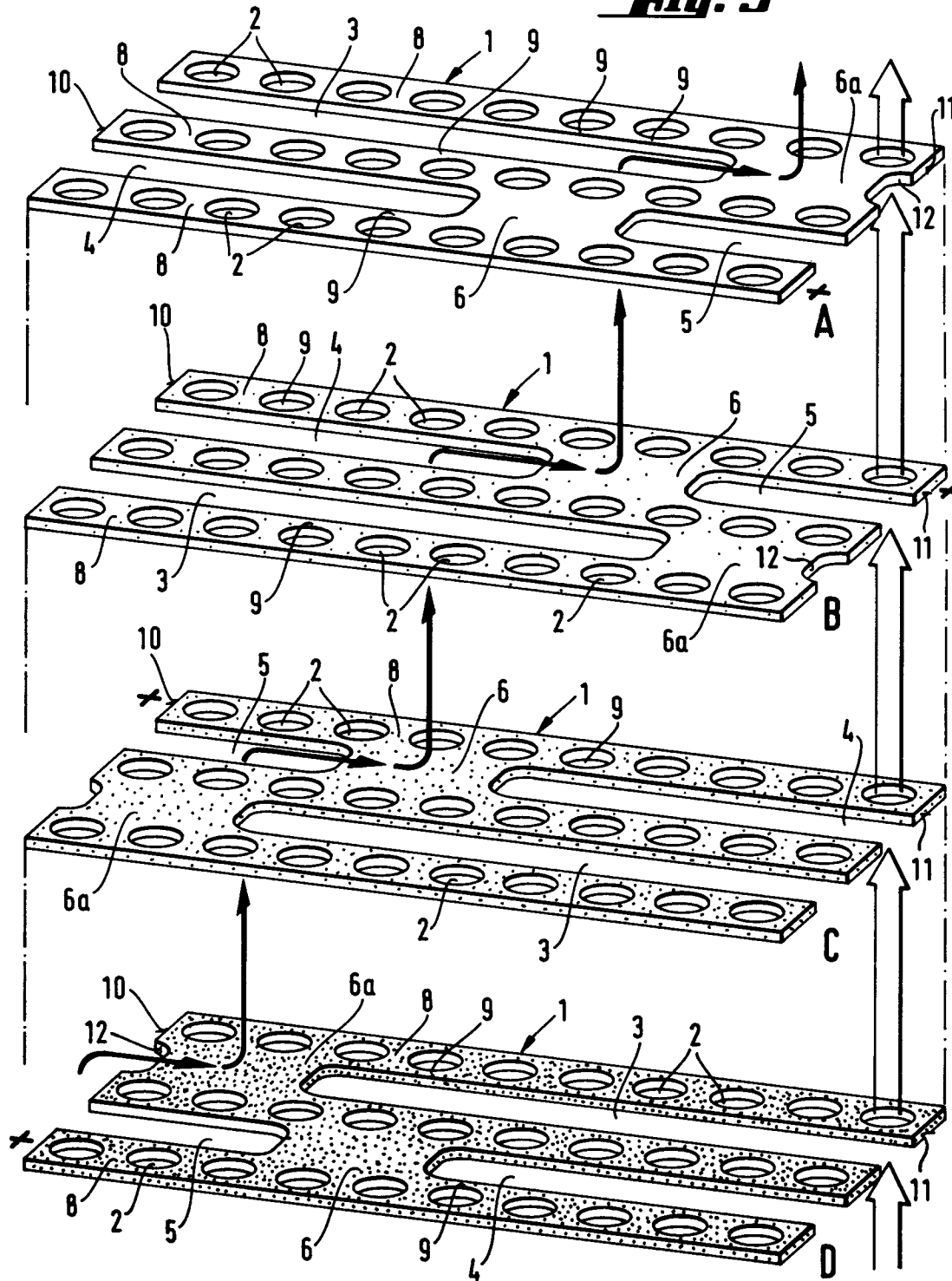


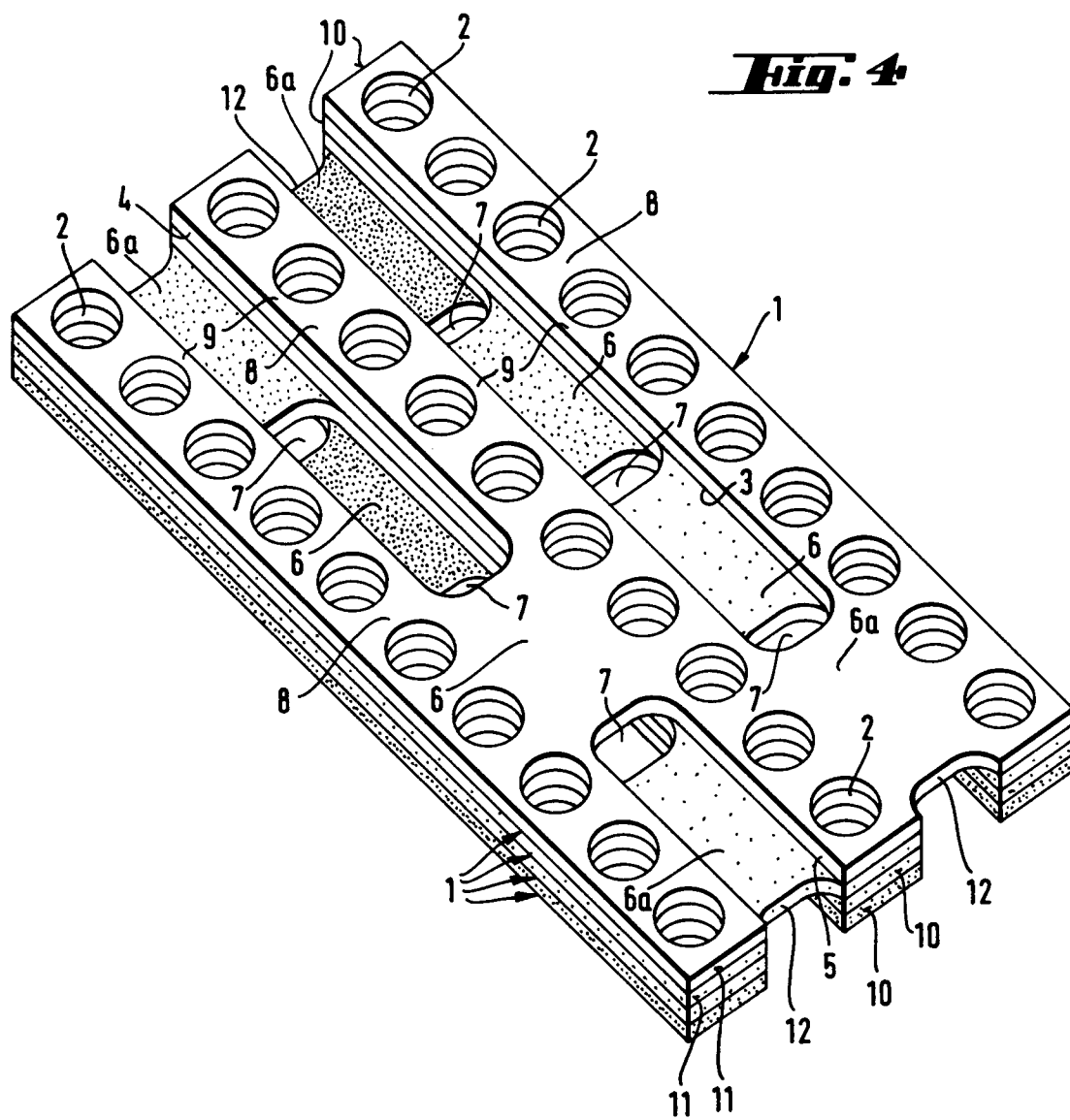
**Fig. 1**



**Fig. 2**

**Fig. 3**







Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

**EP 91 11 1529**

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
D,A	DE-A-3 643 750 (HOECHST AG) * das ganze Dokument * * - - -	1	F 28 F 3/08 F 28 F 21/04
A	EP-A-0 274 695 (HOECHST AG) * das ganze Dokument * * - - -	1	
A	FR-A-991 096 (AIR PREHEATER CORP.) * das ganze Dokument * * - - - - -	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F 28 F B 28 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 23 Oktober 91	Prüfer SMETS E.D.C.
<div>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</div> <div>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</div> <div>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</div>			