



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum

(11) CH 696 694 A5

(51) Int. Cl.: F24F 6/04 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Gesuchsnummer: 01758/03

(22) Anmeldedatum: 15.10.2003

(30) Priorität: 09.10.2003 CH 1722/03
09.10.2003 CH 1723/03

(24) Patent erteilt: 28.09.2007

(45) Patentschrift veröffentlicht: 28.09.2007

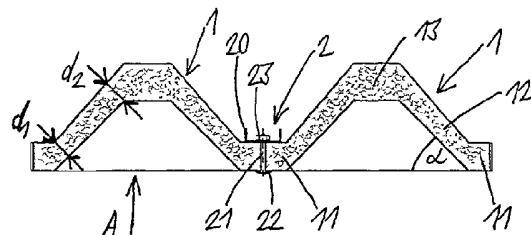
(73) Inhaber:
Axair AG, Talstrasse 35-37
8808 Pfäffikon SZ (CH)

(72) Erfinder:
Michael Aepli, 8640 Rapperswil (CH)
Helmut Wulz, 8907 Wettswil (CH)

(74) Vertreter:
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG Patentanwälte,
Holbeinstrasse 36-38
4051 Basel (CH)

(54) **Keramikmodul zur Befeuchtung eines Luftstroms.**

(57) Ein Keramikmodul (1) zur Befeuchtung eines Luftstroms mit einer Befeuchtungsflüssigkeit weist eine von dem Luftstrom durchströmbare offenporige Struktur auf. Das Keramikmodul (1) umfasst plattenartige Modulabschnitte (11, 12, 13) unterschiedlicher Dicke und mit unterschiedlich dicken Bereichen. Durch die unterschiedlich dicken Bereiche des Keramikmoduls (1) kann der unterschiedliche Luftdruck des durchströmenden Luftstroms kompensiert werden, so dass hinter dem Keramikmodul (1) ein homogenerer Luftstrom erzeugt wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Keramikmodul zur Befeuchtung eines Luftstroms gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung eine Verdunstervorrichtung mit mindestens einem erfindungsgemässen Keramikmodul.

[0002] Keramikmodule zur Befeuchtung eines Luftstroms sind in Form von Keramikplatten an sich bekannt und kommen beispielsweise in Luftbefeuchtern bereits zum Einsatz. In einem Luftbefeuchter wird einem Luftstrom eine Befeuchtungsflüssigkeit – beispielsweise Wasser – zugeführt. Die Zufuhr des Wassers erfolgt häufig mit Hilfe einer Zerstäubereinheit mit mehreren Düsen, wobei die einzelnen Düsen der Zerstäubereinheit feine Wassertröpfchen in den Luftstrom sprühen. Im Luftstrom verdunstet ein Teil der Wassertröpfchen – sie werden somit in die Luft aufgenommen, wodurch diese befeuchtet wird.

[0003] Es verdunsten jedoch nicht alle Tröpfchen, die in den Luftstrom hinein gesprüht werden, sodass noch Tröpfchen im Luftstrom verbleiben. Aus hygienischen Gründen (z.B. Keime in den Tröpfchen) ist es daher im Allgemeinen notwendig, am Ende der Befeuchtungsstrecke einen den Strömungsquerschnitt ausfüllenden Tröpfchenabscheider anzuordnen, z.B. aus Wirrfaservlies, um zu verhindern, dass Aerosole in den nachfolgenden Luftkanalabschnitt gelangen können.

[0004] Keramikplatten kommen nun ebenfalls als Tröpfchenabscheider zum Einsatz, wobei sie nicht nur als Tröpfchenabscheider wirken, sondern auch als Sekundärbefeuchter (Verdunstungsvorrichtung). Tröpfchen, die zunächst aus dem Luftstrom auf den Wandungen der offenporigen Keramikplatte abgeschieden werden, können später wieder im Luftstrom, der durch die offenporige Keramikplatte strömt, verdunstet werden und diesen befeuchten. Die Abwassermenge ist daher bei solchen Luftbefeuchtern insgesamt geringer, weil mindestens ein Teil der zuvor abgeschiedenen Tröpfchen später wieder verdunstet und somit nicht als Abwasser anfällt.

[0005] Um dem Luftstrom eine grosse zu durchströmende Oberfläche zu bieten und einen geringeren Luftwiderstand zu haben, werden die Keramikplatten in der Verdunstervorrichtung vorzugsweise V-förmig angeordnet. Die Keramikplatten sind dabei beispielsweise von Rahmenteilen umgeben und werden durch Vertikalträger gehalten, an denen die Stirnflächen oder die Endflächen der V-förmig angeordneten Keramikplatten angebracht sind. Diese Vertikalträger und Rahmenteile, die z.B. aus Metall oder Kunststoff sind, behindern jedoch den die Keramikplatten durchströmenden Luftstrom und bewirken eine inhomogene Befeuchtung des Luftstroms. Durch die V-förmige Anordnung der Keramikplatten wird ausserdem die einströmende Luft von den seitlichen Plattenabschnitten zur Mitte hin gelenkt, wobei es am Ende der Verdunstervorrichtung, in Luftströmungsrichtung gesehen, zu einem Staudruck kommt, der hinter der Verdunstervorrichtung eine schnellere Strömung von weniger befeuchteter Luft bewirkt, d.h. einen bezüglich Feuchtigkeit und Geschwindigkeit inhomogenen Luftstrom.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, Keramikmodule zu schaffen, mit denen eine Verdunstervorrichtung realisierbar ist, die eine homogenere Luftbefeuchtung ermöglicht.

[0007] Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemässe Keramikmodul gelöst, wie es im unabhängigen Patentanspruch 1 definiert ist. Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Verdunstervorrichtung, wie sie in Patentanspruch 9 charakterisiert ist. Bevorzugte Ausführungsvarianten ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

[0008] Das Wesen der Erfindung besteht im Folgenden: Ein Keramikmodul zur Befeuchtung eines Luftstroms mit einer Befeuchtungsflüssigkeit weist eine von dem Luftstrom durchströmbare offenporige Struktur auf und umfasst mindestens einen plattenartigen Modulabschnitt. Der mindestens eine plattenartige Modulabschnitt weist unterschiedlich dicke Bereiche auf oder das Keramikmodul umfasst mindestens einen weiteren plattenartigen Modulabschnitt unterschiedlicher Dicke.

[0009] Durch die unterschiedlich dicken Bereiche des Keramikmoduls kann der unterschiedliche Luftdruck des durchströmenden Luftstroms kompensiert werden, so dass hinter dem Keramikmodul ein homogenerer Luftstrom erzeugt wird.

[0010] Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante ist das Keramikmodul als Keramikplatte mit unterschiedlich dicken Bereichen ausgebildet. Eine solche Keramikplatte ist konstruktiv einfach und kann auf einfache Weise in eine Verdunstervorrichtung eingebaut werden.

[0011] Bei einer alternativen vorteilhaften Ausführungsvariante umfasst das Keramikmodul mehrere plattenartige, ineinander übergehende Modulabschnitte, die dreidimensional angeordnet sind.

[0012] Durch diese dreidimensionale Anordnung der plattenartigen Modulabschnitte wird die bei der Befeuchtung einem Luftstrom ausgesetzte Oberfläche des Keramikmoduls im Vergleich zu einer Keramikplatte massgeblich vergrössert, während der Luftwiderstand verkleinert wird. Mehrere solche Keramikmodule können in einer Ebene neben- und übereinander angeordnet werden und brauchen nicht V-förmig montiert zu werden, wie die Keramikplatten. Die die Oberfläche vergrössernde Dreidimensionalität steckt in den Keramikmodulen selbst und ergibt sich nicht erst aus deren Anordnung, was die Konstruktion von Keramikmodule enthaltenden Verdunstervorrichtungen vereinfacht.

[0013] Ausserdem kann bei solchen dreidimensionalen Keramikmodulen auf Rahmenteile weitgehend verzichtet werden. Insbesondere sind die Endflächen oder – je nach Anordnung der Keramikmodule – Stirnflächen der Keramikmodule rahmenteilfrei.

[0014] Vorzugsweise sind mindestens einige der Modulabschnitte des dreidimensionalen Keramikmoduls so angeordnet, dass es sich zu einer Seite hin verjüngt, wobei zumindest einige der Modulabschnitte in einem verjüngteren Teil des Keramikmoduls dicker sind als in einem weniger verjüngten Teil. Auf diese Weise kann ein optimaler Luftstrom durch die Keramikmodule erreicht werden, wobei die Dickenunterschiede gleichzeitig sicherstellen, dass Luft, die in das Keramikmodul strömt und dessen Modulabschnitte durchströmt, hinter dem Keramikmodul einen gleichmässigeren Luftstrom erzeugt.

[0015] Mit Vorteil sind mindestens einige der Modulabschnitte pyramiden-, pyramidenstumpf-, kegel- oder kegelstumpfförmig angeordnet. Mit derartig dreidimensional ausgebildeten Keramikmodulen kann hinter den Keramikmodulen ein optimal homogener, gleichmässig befeuchteter Luftstrom erreicht werden.

[0016] Bevorzugt ist die Änderung der Dicke des mindestens einen plattenartigen Modulabschnitts über den Modulabschnitt hinweg kontinuierlich. Eine solche kontinuierliche Dickenänderung hat sich für die Erzeugung eines homogen befeuchteten Luftstroms als vorteilhaft erwiesen.

[0017] Mit Vorteil liegt das Verhältnis der grössten Dicke zu der kleinsten Dicke des Modulabschnitts bzw. der Modulabschnitte im Bereich von 1,2 bis 3, vorzugsweise im Bereich von 1,4 bis 2. Keramikmodule mit solchen Dickenverhältnissen sind gut herstellbar und in Verdunstervorrichtungen einbaubar und stellen einen homogen befeuchteten Luftstrom sicher.

[0018] Mit Keramikmodulen können Verdunstervorrichtungen gebildet werden, wobei eine erfindungsgemässe Verdunstervorrichtung mindestens ein Keramikmodul aufweist, das wie oben beschrieben erfindungsgemäss unterschiedlich dicke Bereiche aufweist. Erfindungsgemässe Verdunstervorrichtungen ermöglichen einen homogeneren Luftstrom in Luftströmungsrichtung hinter der Verdunstervorrichtung.

[0019] Mit Vorteil sind bei der Verdunstervorrichtung Keramikmodulbereiche, die im Betrieb einer Luftströmung mit grösserem Druck ausgesetzt sind als andere Keramikmodulbereiche, dicker ausgebildet als diese anderen Keramikmodulbereiche. Durch die dickeren Keramikmodulbereiche wird der Luftströmung ein grösserer Widerstand entgegengesetzt und dadurch der grössere Luftdruck ausgeglichen.

[0020] Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante der Verdunstervorrichtung sind zumindest zwei der Keramikmodule als Keramikplatten mit unterschiedlich dicken Bereichen ausgebildet und V-förmig angeordnet, wobei die Keramikplatten im Bereich des sich in Luftströmungsrichtung gesehen hinten befindenden Scheitels des V dicker ausgebildet sind als in einem weiter vom Scheitel entfernten Bereich. Durch die Schenkel des V wird der Luftstrom teilweise zum Scheitel hin umgelenkt, wodurch dort ein Staudruck entsteht. Im Bereich des Scheitels des V weist die Strömung daher einen grösseren Luftdruck auf, der durch die dickere Ausbildung der betreffenden Plattenbereiche kompensiert wird.

[0021] Im Folgenden werden das erfindungsgemässe Keramikmodul und die erfindungsgemässe Verdunstervorrichtung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen anhand von zwei Ausführungsbeispielen detaillierter beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Verdunstervorrichtung mit sechs dreidimensionalen Keramikmodulen in Luftströmungsrichtung;
- Fig. 2 eine Schnittansicht der Verdunstervorrichtung gemäss der Linie II–II in Fig. 1;
- Fig. 3 eine Schnittansicht der Verdunstervorrichtung gemäss der Linie III–III in Fig. 1;
- Fig. 4 eine Perspektivansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Verdunstervorrichtung mit vier V-förmig angeordneten Keramikplatten; und
- Fig. 5 einen Längsschnitt durch eine Keramikplatte der Verdunstervorrichtung von Fig. 4.

Figuren 1 bis 3

[0022] Das dargestellte erste Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Verdunstervorrichtung 10 umfasst sechs über- und nebeneinander angeordnete Keramikmodule 1, wobei zwei nebeneinander angeordnete Keramikmodule 1 jeweils durch Verbindungseinrichtungen 2 miteinander verbunden sind. Die Keramikmodule 1 bestehen jeweils aus plattenartigen, ineinander übergehenden Modulabschnitten, die einen regulären, vierseitigen, innen hohlen Pyramidenstumpf mit einem zu den Seitenabschnitten 12 des Pyramidenstumpfs angewinkelten Kragen 11 an der Basis bilden. Dies bedeutet, dass sich die Keramikmodule 1 zu einer Seite hin verjüngen, nämlich zum Endabschnitt 13 des Pyramidenstumpfs hin. Der Winkel α zwischen einer Seitenfläche und der imaginären Grundfläche des Pyramidenstumpfs liegt mit Vorteil im Bereich von 30° bis 90°, vorzugsweise im Bereich von 45° bis 80°, wobei bei 90° nicht mehr von einer Verjüngung gesprochen werden kann.

[0023] Die Keramikmodule 1 weisen eine offenporige Struktur auf, die in den Fig. 2 und 3 durch die Andeutung einer Vielzahl grober Poren erkennbar ist, durch die ein Luftstrom hindurch strömen kann. Dabei können zunächst Flüssigkeitströpfchen, z.B. Wassertröpfchen, aus dem Luftstrom auf den Wandungen der offenporigen Keramikplatte abgeschieden werden. Diese werden dann später im Luftstrom, der durch die offenporige Keramikplatte strömt, verdunstet und befeuch-

ten diesen. Pro cm sind etwa 2 bis 8 Poren vorhanden. Die Keramikstruktur der offenporigen Keramikmodule 1 weist die Struktur durchlaufende Wandungen auf, die vorzugsweise porös sind, was sie hydrophiler macht. Die Dicke der Wandungen liegt beispielsweise im Bereich von 0,1 mm bis 1,5 mm, vorzugsweise im Bereich von 0,2 mm bis 0,6 mm.

[0024] Der Endabschnitt 13 eines Keramikmoduls 1 ist im Vergleich zu den Seitenabschnitten 12 dicker ausgebildet. Ausserdem werden die Seitenabschnitte 12 vom Kragen 11 zum Endabschnitt 13 hin kontinuierlich dicker. D.h. Modulabschnitte in einem verjüngteren Teil des Keramikmoduls sind dicker als in einem weniger verjüngten Teil. Die Dicken der plattenartigen Modulabschnitte betragen alle zwischen 2 und 10 cm. Das Verhältnis von $d_2:d_1$ gemäss Fig. 3 ist mit Vorteil 1,2 bis 3, vorzugsweise 1,4 bis 2. Dadurch wird sichergestellt, dass Luft, die in Richtung des Pfeils A in das Keramikmodul 1 strömt und dessen Modulabschnitte durchströmt, hinter dem Keramikmodul 1 einen gleichmässigeren Luftstrom erzeugt.

[0025] Zwei gegenüberliegende Abschnitte des Kragens 11 jedes Keramikmoduls 1 weisen jeweils einen gestuften Seitenrand 14 bzw. 15 auf, der unter bzw. über einen komplementär gestuften Seitenrand 15 bzw. 14 des oben oder unten benachbarten Keramikmoduls 1 greift. Die Keramikmodule 1 halten sich so gegenseitig in Luftströmungsrichtung A, und die auftreffende Luft durchströmt immer mindestens eines der Keramikmodule 1.

[0026] Zwei nebeneinander angeordnete Keramikmodule 1 sind jeweils durch zwei Verbindungseinrichtungen 2 fest miteinander verbunden. Die beiden Verbindungseinrichtungen 2 umfassen jeweils eine Schraube 21 mit Schraubenkopf 22 und eine Schraubenmutter 23. Ausserdem erstreckt sich über die ganze Höhe der Verdunstervorrichtung 10 ein U-Profil 20, das durch die auf die Schrauben 21 geschraubten Schraubenmutter 23 gegen die darunter liegenden Kragenabschnitte 11 der Keramikmodule 1 gepresst wird. Das U-Profil 20 hält so zusammen mit den Schrauben 21 nebeneinander angeordnete Keramikmodule 1 zusammen. Ausserdem kann es gleichzeitig zur Befestigung der Verdunstervorrichtung 10 an den Wänden eines Luftströmungskanals dienen. Zur Aufnahme der Schrauben 21 weisen die Keramikmodule 1 jeweils an zwei gegenüberliegenden Seitenrändern des Kragens 11 jeweils zwei halbzyylinderförmige Ausnehmungen 16 auf.

Figuren 4 und 5

[0027] Bei dem hier dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel umfasst eine erfindungsgemässe Verdunstervorrichtung 100 vier V-förmig angeordnete Keramikplatten 101, die in U-Profilen 102 gehalten sind. Die Keramikplatten 101 werden von innen her befeuchtet und weisen zu diesem Zweck jeweils einen Einlass 111 und einen Auslass 112 für Befeuchtungsflüssigkeit auf, zwischen denen sich im Innern der Keramikplatte 101 zwei mäanderförmig verlaufende Kanäle 113, 114 erstrecken. Durch den Einlass 111 hindurch kann Befeuchtungsflüssigkeit in die Kanäle 113, 114 und damit ins Innere der Keramikplatte 101 eingebracht werden. Aus den Kanälen 113, 114 gelangt dann die Befeuchtungsflüssigkeit durch das poröse keramische Material hindurch auf die Oberfläche der Wandungen der offenporigen Struktur, wo es vom durchströmenden Luftstrom aufgenommen werden kann (Verdunstung).

[0028] Die Keramikplatten 101 sind im Bereich der in Luftströmungsrichtung B hinteren – in Fig. 4 im Vordergrund – Scheitel der V dicker ausgebildet als in weiter von diesen Scheiteln entfernten Bereichen. Die Dicke der einzelnen Keramikplatten 101 nimmt in Luftströmungsrichtung B von vorne nach hinten kontinuierlich und regelmässig zu. Das Verhältnis von $d_4:d_3$ gemäss Fig. 4 ist mit Vorteil 1,2 bis 3, vorzugsweise 1,4 bis 2. Durch die Schenkel der V wird der Luftstrom teilweise zu den hinteren Scheiteln hin umgelenkt, wodurch dort ein Staudruck entsteht. Im Bereich der hinteren Scheitel der V weist die Luftströmung daher einen grösseren Luftdruck auf, der durch die dickere Ausbildung der betreffenden Plattenbereiche kompensiert wird.

[0029] Zu den vorbeschriebenen erfindungsgemässen Keramikmodulen und Verdunstervorrichtungen sind weitere konstruktive Variationen realisierbar. Hier ausdrücklich erwähnt sei noch, dass eine erfindungsgemässe Verdunstervorrichtung auch Keramikplatten ohne Einlass 111, Auslass 112 und Kanäle 113, 114 aufweisen kann, die beispielsweise wie die dreidimensionalen Keramikmodule von aussen durch Wassertröpfchen im Luftstrom befeuchtet werden.

Patentansprüche

1. Keramikmodul (1; 101) zur Befeuchtung eines Luftstroms mit einer Befeuchtungsflüssigkeit, das eine von dem Luftstrom durchströmbare offenporige Struktur aufweist und mindestens einen plattenartigen Modulabschnitt (11, 12, 13; 101) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine plattenartige Modulabschnitt (12; 101) unterschiedlich dicke Bereiche aufweist oder das Keramikmodul (1) mindestens einen weiteren plattenartigen Modulabschnitt (11, 12, 13) unterschiedlicher Dicke umfasst.
2. Keramikmodul (101) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es als Keramikplatte (101) mit unterschiedlich dicken Bereichen ausgebildet ist.
3. Keramikmodul (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es mehrere plattenartige, ineinander übergehende Modulabschnitte (11, 12, 13) umfasst, die dreidimensional angeordnet sind.
4. Keramikmodul (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einige der Modulabschnitte (11, 12, 13) so angeordnet sind, dass es sich zu einer Seite hin verjüngt, wobei zumindest einige der Modulabschnitte (11, 12, 13) in einem verjüngteren Teil des Keramikmoduls (1) dicker sind als in einem weniger verjüngten Teil.

CH 696 694 A5

5. Keramikmodul (1; 101) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Änderung der Dicke des mindestens einen plattenartigen Modulabschnitts (11, 12, 13; 101) über den Modulabschnitt hinweg kontinuierlich ist.
6. Keramikmodul (1; 101) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der grössten Dicke zu der kleinsten Dicke des Modulabschnitts (11, 12, 13; 101) bzw. der Modulabschnitte (11, 12, 13; 101) im Bereich von 1,2 bis 3 liegt.
7. Keramikmodul (1; 101) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der grössten Dicke zu der kleinsten Dicke des Modulabschnitts (11, 12, 13; 101) bzw. der Modulabschnitte (11, 12, 13; 101) im Bereich von 1,4 bis 2 liegt.
8. Keramikmodul (1; 101) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die offenporige Struktur poröse Wandungen aufweist.
9. Verdunstervorrichtung (10; 100) zur Befeuchtung eines Luftstroms, die mindestens ein Keramikmodul (1; 101) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Keramikmodul (1; 101) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.
10. Verdunstervorrichtung (10; 100) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass Keramikmodulbereiche, die im Betrieb einer Luftströmung mit grösserem Druck ausgesetzt sind als andere Keramikmodulbereiche, dicker ausgebildet sind als diese anderen Keramikmodulbereiche.
11. Verdunstervorrichtung (10; 100) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei der Keramikmodule als Keramikplatten (101) mit unterschiedlich dicken Bereichen ausgebildet sind und V-förmig angeordnet sind, wobei die Keramikplatten (101) im Bereich des sich in Luftströmungsrichtung (B) gesehen hinten befindenden Scheitels des V dicker ausgebildet sind als in einem weiter vom Scheitel entfernten Bereich.

Fig. 1

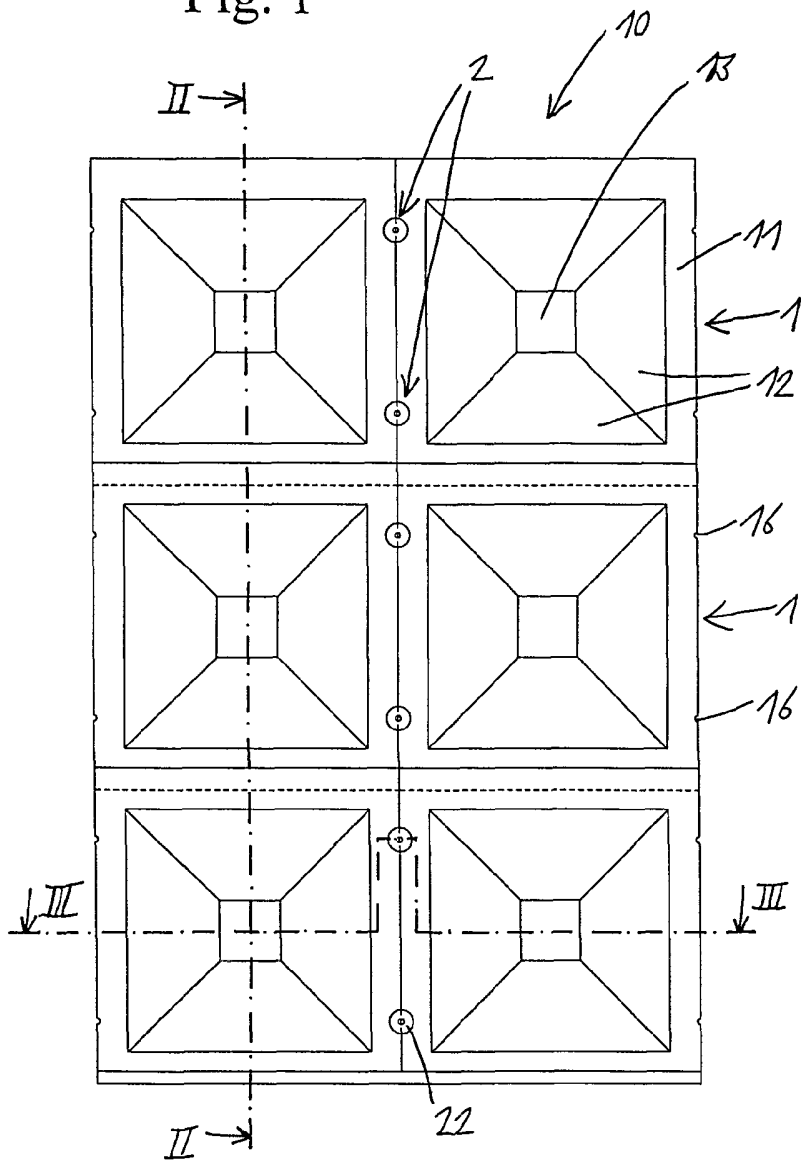


Fig. 2

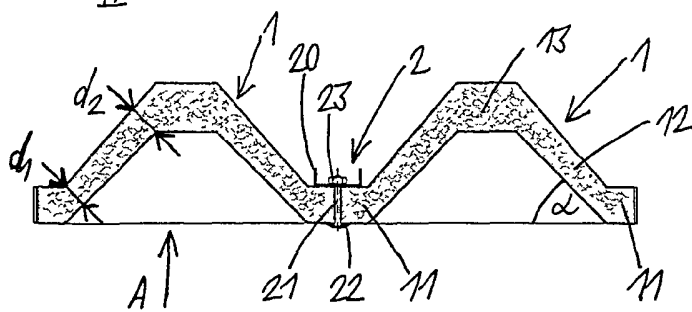
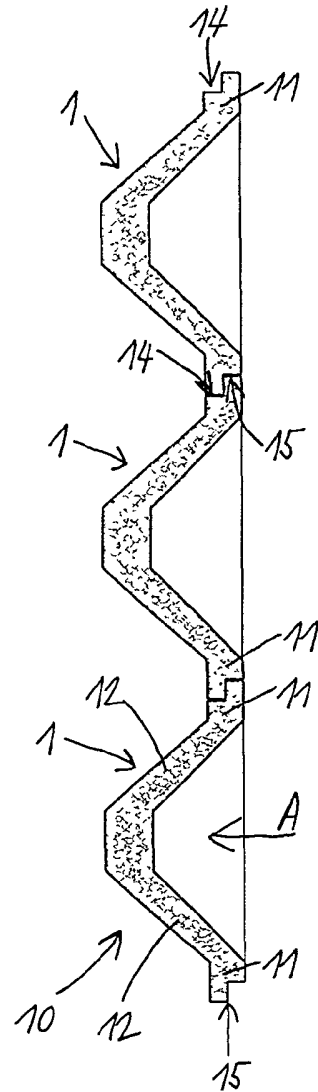


Fig. 3

Fig. 4

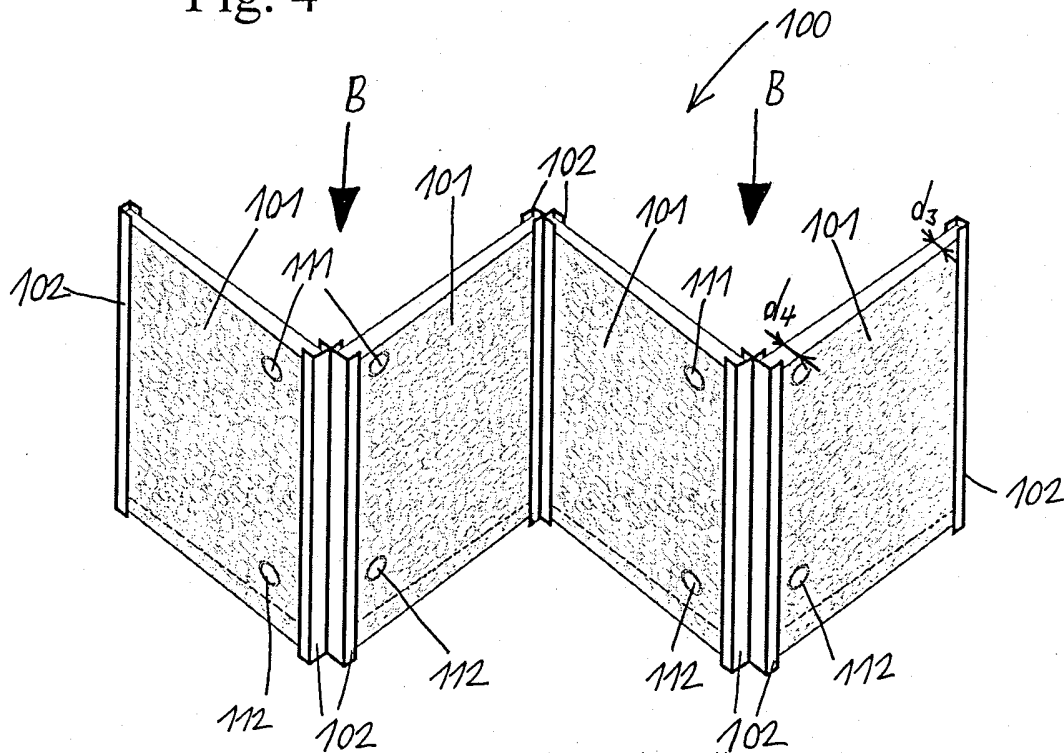


Fig. 5

