

(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **239 121 A1**4(51) **B 01 D 3/00****AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 01 D / 278 359 2

(22) 08.07.85

(44) 17.09.86

(71) Akademie der Wissenschaften der DDR, 1080 Berlin, Otto-Nuschke-Straße 22/23, DD

(72) Winkler, Kurt, Dr. rer. nat.; Zahn, Andreas, Dr. rer. nat.; Storz, Freimut, DD

(54) Kolonnenfüllung zur Stoff- und Wärmeübertragung

(57) Die Erfindung betrifft eine Kolonnenfüllung zur Kontaktierung fluider Medien, wie für die Rektifikation, Absorption, Chemisorption und technische Reaktionsführung sowie für Misch- und Verteilungsprozesse. Ziel und Aufgabe der Erfindung bestehen in der Schaffung einer konstruktiv und fertigungstechnisch einfachen mattenartigen Füllung mit niedrigem Druckverlust und hoher Austauschwirksamkeit durch verbesserte Querverteilung von Gas und Flüssigkeiten. Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß Strukturelemente aus gefalteten Querstreifen bestehen, die durch schräg angestellte Längsstreben miteinander verbunden sind, dabei Öffnungen einschließen, wobei die sich ausbildenden rinnenartigen Kontaktträume alternierend vertikal zueinander versetzt sind. Fig. 1

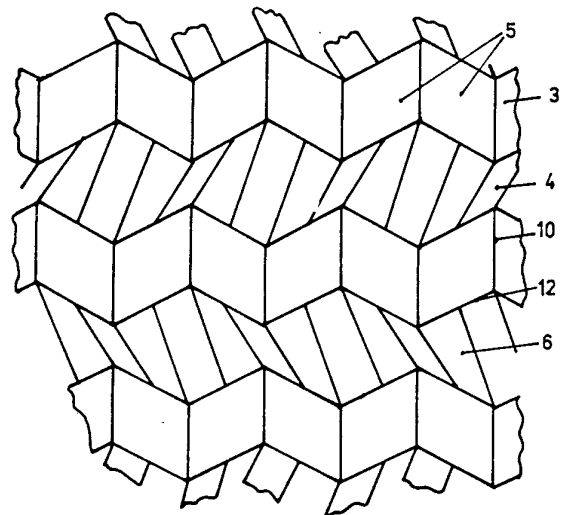


Fig. 1

Patentanspruch:

1. Kolonnenfüllung zur Stoff- und Wärmeübertragung, die aus vertikal oder schräg zur Kolonnenachse orientierten regulär geordneten rinnenbildenden Strukturelementen auch zickzackartig — dachförmig verformten unperforierten Flach- oder formperforiertem Mattenmaterial besteht, dabei zueinander in horizontaler und vertikaler Richtung versetzte, über Kanäle und Öffnungen zusammenhängende Kontakt Räume gestaltend, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Strukturelemente (1) in einer Elementmatte (2) so integriert werden, daß Querstreifen (3) miteinander durch Längsstreben (4) verbunden sind, dabei gemeinsam Rinnenflächen (5) und Öffnungen (6) ausbilden, wobei zwei Elementmatten (2) Kanäle (7) mit horizontal oder schräg zur Horizontalen versetzten Kontakt Räumen (8) erzeugen, die Querstreifen (3) parallel zur Mattenebene (9) liegende Biegekanten (10) über einen Rinnenwinkel (11) einschließen und die Längsstreben (4) über horizontale Biegekanten (12) mit einem Anstellwinkel (13) schräg zur Mattenebene (9) orientiert sind.
2. Kolonnenfüllung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in den Querstreifen (3) liegenden vertikalen Biegekanten (10) innerhalb einer Elementmatte (2) in alternierenden Abständen, vorzugsweise im Verhältnis 3:1 bis 2:1, voneinander entfernt sind.
3. Kolonnenfüllung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zur Mattenebene (9) alternierend gerichtete Rinnenwinkel (11) in den Querstreifen (3) zwischen 60° und 120° liegt.
4. Kolonnenfüllung nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zwischen der Mattenebene (9) und den Längsstreben (4) gebildete Anstellwinkel (13) zwischen 30° und 45° liegt.
5. Kolonnenfüllung nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Öffnungen (6), die sich innerhalb der Querstreifen (3) und der Längsstreben (4) innerhalb der Rinnenflächen (5) befinden, in der Projektion auf die Mattenebene (9) quadratische, rechteckige oder rhomboidaler Form besitzen.
6. Kolonnenfüllung nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Neigungswinkel (14) zwischen zwei benachbarten Elementmatten (2; 2') zueinander vorzugsweise 0° oder etwa 30° beträgt.
7. Kolonnenfüllung nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein aus verschiedenen benachbarten Elementmatten (2; 2') bestehendes Paket insgesamt zur vertikalen Kolonnenachse unter einem Winkel von vorzugsweise 30° geneigt ist.
8. Kolonnenfüllung nach Anspruch 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich über den Öffnungen (6) schräge Leitflächen befinden.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Kolonnenfüllung, die im Bereich der Kontaktierung fluider Medien, wie eines Gases oder Dampfes mit einer Flüssigkeit, für Aufgaben der Rektifikation, Absorption, Desorption, Chemisorption, der Gasbe- und Entfeuchtung sowie für die direkte Wärmeübertragung und die technische Reaktionsführung geeignet ist. Die Kolonnenfüllung zeichnet sich durch das auf das spezifische Kolonnenvolumen bezogene günstige Verhältnis von Druckverlust und Übertragungswirksamkeit für Stoff- und Wärme bei gleichzeitig guter Arbeitsbereichsbreite und günstigen Quervermischungs- und Verteilungseigenschaften für die Fluide aus.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind bereits Kolonnenfüllungen bekannt, die aus mindestens gruppenweise parallel angeordneten, mattenartigen, rinnenbildenden Kontaktelementen aus räumlich verformten Flachmaterial oder mit speziell aus Öffnungen ausgeformten Leitvorrichtungen, insgesamt auch aus Streckformstoffen, bestehen, die auch alternierend unter verschiedenen, von der Senkrechten abweichenden Winkeln gegeneinander orientiert sein können, dabei Kanäle mit einer Vorzugsrichtung bildend, wobei zusätzlich durch horizontal und vertikal alternierende Versetzung oder Verdrehung ständig die Strömungsrichtung zwischen benachbarten sowie höhenversetzt darunter und darüber angeordneten Elementen geändert wird, mit dem Ziel einer örtlich wie großräumig guten Vermischung bei optimaler Querverteilung der Phasen und einer hohen Austauschintensität bei optimal niedrigem Druckverlust.

Als nachteilig wird erkannt, daß Gas und Flüssigkeit nahezu der gesamten Laufstrecke der im Mattenpaket vorgebildeten Rinnen folgen müssen, ohne mit benachbarten Teilströmen nennenswert in Kontakt zu treten (CH-578369; DD-219677; DE-AS-1253673). Die Berührungspunkte der dachförmigen Riffelungen lassen zwar Möglichkeiten für den Flüssigkeitsübergang in den sich kreuzenden Rinnen offen, stellen aber lediglich am unteren Paketende ausgeprägte Tropfpunkte dar.

Insgesamt ergeben sich in einer Querrichtung von Matte zu Matte geschlossene Flächen, die trotz eingebrachter Öffnungen für die Fluide kaum überwindbar sind. Damit findet die Flüssigkeitsquerverteilung lediglich in der schrägen Hauptebene der jeweiligen Matte statt. Selbst mit einer paketweisen, versetzten und verdrehten Anordnung der Füllung wird eine erwünschte gleichmäßige Querverteilung erst nach einer größeren Anlaufstrecke in der Vertikalen erreicht, wobei die Anzahl der Pakete, nach denen angenäherte Gleichbeaufschlagung der Querschnitte erreicht wird, bereits die Höhe der gesamten Füllung einnehmen kann.

Diese Nachteile können durch Öffnungen, die mit Leitflächen versehen sind oder aus dachförmig herausgefalteten Strukturelementen bestehen, wie z. B. in den Patenten DD-81 863 und DD-206326 nur teilweise überwunden werden. Der Gadurchtritt in Querrichtung wird verbessert, die Flüssigkeit kann aber lediglich den Abmessungen der kurzen Leitflächen folgen und gelangt damit bestenfalls abschnittsweise in Rinnen der Nachbarschichten. Die starken Auslenkungen der Gasphase durch

die Leitfäden von der Hauptströmungsrichtung bedingen erhöhte Druckverluste. Mit steigender Gasgeschwindigkeit fällt der Austauschgrad für die Stoff- und Wärmeübertragung stark ab, da die Flüssigkeit bei weitem nicht so gut wie die Gasphase durchmischt wird. Weiterhin ist die geringere mechanische Stabilität und Korrosionsanfälligkeit besonders der Kanten der frei in die Strömung ragenden Leiteinrichtungen nachteilig.

Eine andere Füllung (DE-AS-2439162) baut sich aus Tafeln mit einzelnen gewellten, vertikal verlaufenden Streifen auf, wobei die Streifen benachbarter Tafeln parallel zueinander verlaufen und sich gegenseitig durchdringen. Die Hauptnachteile dieser Füllung bestehen darin, daß die Flüssigkeit innerhalb der Füllung über die gesamte Höhe einer Tafel auf dem jeweiligen Streifen verbleibt und eine sich selbst regelnde ausreichende Flüssigkeitsverteilung und ihre sich ständig wiederholende, statistische Umverteilung nicht realisiert werden kann. Des weiteren muß ein unverhältnismäßig hoher Aufwand hinsichtlich Maßhaltigkeit bei der Fertigung der Tafeln und ihrer Montage getrieben werden, da schon geringe Maßabweichungen das gegenseitige Durchdringen der Tafeln und damit die Gesamtfertigung blockieren.

In der Schrift DE-OS-2845217 wird ein Formelement für die Verteilung flüssiger Medien vorgeschlagen, das aus in welliger Anordnung vorgesehenen prismaähnlichen Ausprägungen auch polygonaler Form, besteht, die in einem Quadratraster angeordnet sind und zumindest in einigen ihrer Deckflächen Öffnungen enthalten. Diese Einbauten sind auch für Austauschprozesse einsetzbar, wobei jedoch nachteilig die Öffnungen parallel zur Hauptströmungsrichtung eingebracht sind. Auch damit wird eine seitliche Auslenkung der Flüssigkeit kaum erzielt, zumal sich zumindest Teile der Öffnungen für einen Quertransport nicht notwendig schräg orientiert überdecken.

Daraus folgt, daß die Aufgabe einer Flüssigkeitsquerverteilung in Füllungen bisher noch nicht befriedigend gelöst ist.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Schaffung einer konstruktiv und fertigungstechnisch einfachen mattenartigen Kolonnenfüllung mit rinnenausfüllenden Faltungen und mit im Vergleich zu bekannten Lösungen niedrigerem Verhältnis von Druckverlust und Austauschwirksamkeit, wobei gleichzeitig eine verbesserte Querverteilung von Gas und Flüssigkeit erreicht wird.

Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch Anordnung von senkrecht zur Kolonnenachse in Schichten zusammengesetzten Elementmatten eine Kolonnenfüllung zu entwickeln, die gute Selbstverteilungseigenschaften für beide Phasen über den Querschnitt bei Einhaltung einer Vorzugsrichtung für das spezifisch leichtere und geringer viskose Fluid, bezogen auf die Kolonnen- oder Reaktorachse, erlaubt.

Merkmale der Erfindung

Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß die durch Falten von Matten mit rasterartigen viereckigen Öffnungen gebildeten rinnenartigen Strömungskanälen so um in einer Ebene liegende Mittelachse gewellt sind, daß die Richtung der Rinne alternierend zueinander versetzte Halbräume entstehen, wobei gezielt und örtlich — periodisch Strömungsräume für das spezifisch leichtere Fluid und Zonen vorwiegender Flüssigkeitsführung unter Erzeugung kleiner, gewissermaßen auf eine Zelle begrenzter innerer Rezirkulationskonturen entstehen. Jeder Strömungsraum wird aus Strukturelementen gebildet, die gleichzeitig Elemente zweier benachbarter Matten darstellen und die sich dadurch auszeichnen, daß die in ihrer Mitte befindlichen Öffnungen von räumlich schräg gegeneinander orientierten Flächen einer Elementschicht gebildet werden und in ihrer Projektion auf eine mittlere Mattenebene Vierecke (quadratischer, rechteckiger oder rhomboidaler Form) darstellen. Dabei werden sowohl im Strukturelement, als auch in der mittleren Mattenebene zweidimensional weitergeführt, vorwiegend horizontal orientierte, zusammenhängende, zickzackartig dachförmige, Rinnenflächen ausbildende Querstreifen und vertikal schräg orientierte Längsstreben, die die Querstreifen miteinander verbinden, in einer jeden Elementmatte unterschieden. Unter Berücksichtigung der Öffnungen bilden die Querstreifen über Biegekanten die Grundelemente von Rinnen so aus, daß die Biegerichtung um eine Biegekante alternierend vor und hinter die mittleren Mattenebene, dabei in der Regel betragsmäßig gleich, zielt. Die Biegekante ist gleichzeitig Scheitel eines Rinnenwinkels, dessen Schenkel in den Rinnenflächen liegen. Die Längsstreben besitzen je Strukturelement bezüglich der Querstreifen je zwei betragsmäßig gleiche Anstellwinkel, von denen jeweils zwei Schenkel, über die zwei Diagonalen jeder Öffnung gesehen, vor und hinter die mittlere Mattenebene gerichtet sind.

Besonders günstige Wirkungen entstehen durch die Ausbildung der teiloffenen, von Matte zu Matte miteinander kommunizierenden Kontakträume, wobei das spezifisch leichtere Fluid energieverlustarm durch die rinnenartigen Strömungskanäle größeren Querschnitts strömen kann, sowohl im inneren einer Elementmatte, als auch durch die Elemente horizontal vor- und nachgelagerter Matten bzw. auch von Paket zu Paket der Füllung, in unter- und oberständiger, vorwiegend vertikaler Richtung.

Die spezifisch schwerere Phase bewegt sich bevorzugt entlang der reibenden und begrenzenden Materialoberflächen, wobei die voneinander durch Öffnungen getrennten, aus den Querstreifen gebildeten Flächen teilweise sich vorteilhaft punktförmig über den Kontakträumen überschneiden und teilweise über gewellte Längsstreben miteinander zusammenhängen. Damit wird eine ständige Um- und Neuverteilung der Flüssigkeit erreicht. Innerhalb einer Elementmatte bildet sich eine größere Anzahl von Schnittkanten für die Gasströmung und Tropfkanten für die Flüssigkeit aus.

Sowohl die Symmetrie als auch in anderen Varianten unterschiedlichen Begrenzungen und Winkel der Kontakträume garantieren erfindungsgemäß trotz einer Vorzugsströmungsrichtung für das leichtere Fluid einen ausgezeichneten statistischen Ausgleich sich etwaiger radial ausbildender Ungleichverteilungen.

Weitere Vorteile der erfindungsgemäßen Füllung bestehen in der einfachen Gestaltung der Strukturelemente in fertigungsgünstiger Mattenanordnung bei einander stets parallelen vertikalen und horizontalen Biegekanten, wobei schneidende als auch biegende Verformungstechnologien in einem Arbeitsgang einsetzbar sind.

Vorteilhafte weitere Ausgestaltungen ergeben sich dadurch, daß die einzelnen Rinnen unterschiedlich lange seitliche Rinnenflächen besitzen. Es erweist sich erfindungsgemäß als zweckmäßig, daß der Anstellwinkel, gebildet zwischen Mattenebene und Längsstreben, ein spitzer ist. Die Matten können in benachbarten Schichten zueinander mäßig geneigt sein. Zusätzlich können paketweise unterschiedliche Neigungen zur Vertikalen vorgesehen sein, oder einzelne Pakete bei gleichen Neigungswinkel zueinander verdreht werden.

In anderen Fällen kann es angebracht sein, das ursprünglich in den Mattenöffnungen befindliche Material als Leitfläche herauszubiegen. Dabei wird die Leitfläche durch drei Schnittkanten herausgetrennt und über eine Biegekante strömungsgünstig so schräg in den Kanal angestellt, daß der Queraustausch benachbarter Kontakträume für Gas und Flüssigkeit gefördert wird.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: Eine Elementmatte,

Fig. 2: ein Strukturelement aus Fig. 1,

Fig. 3: eine Aufsicht auf eine Elementmatte nach Fig. 1,

Fig. 4: zwei übereinander liegende Matten mit zwei herausgehobenen gegenüberliegenden Rinnenflächen.

Anhand der Zeichnungen wird eine Ausführungsmöglichkeit erläutert, ohne dadurch das Wesen der Erfindung einzuschränken.

Die Erfindung besteht gemäß Fig. 1 aus innerhalb eines Rohres oder Kolonnenmantels angeordneten unperforierten oder formperforierten Strukturelementen 1 (Fig. 2), die in einer Elementmatte 2 zusammenhängend zweidimensional so integriert sind (Fig. 3), daß horizontale Querstreifen 3 miteinander durch Längsstreben 4 verbunden sind, dabei gemeinsam Rinnenflächen 5 und Öffnungen 6 ausbildend, wobei zwei Elementmatten 2 bzw. 2' Kanäle 7 mit horizontal oder schräg zur Horizontalen versetzten Kontakträumen 8 einschließen (Fig. 4). In den Querstreifen 3 liegen parallel zur mittleren Mattenebene 9 vertikale Biegekanten 10, die den Rinnenwinkel 11 einschließen. An die Querstreifen 3 schließen horizontale Biegekanten 12 an, die unter dem Anstellwinkel 13 schräg zur Mattenebene 9 orientiert sind.

Vorteilhafte Ausbildungen der Füllung ergeben sich aus den Ansprüchen 2 bis 7. So können die vertikalen Biegekanten 10 in Querrichtung in unterschiedlichem Abstand voneinander angeordnet sein, wobei innerhalb der Rinnenflächen 5, die den Rinnenwinkel 11 einschließen, ein Teilungsverhältnis a:b im Querstreifen 3 von vorzugsweise 3:1 bis 2:1 eingehalten wird. Der Rinnenwinkel 11 liegt zweckmäßig zwischen 60 und 120°. Der Anstellwinkel 13 der Längsstreben 4 zur Mattenebene 9 liegt vorzugsweise zwischen 30° und 45°. Zwei benachbarte Elementmatten 2; 2' können etwa um 30° zueinander geneigt sein. Insgesamt können Pakete, die aus mindestens zwei Elementmatten 2; 2' gebildet werden, mit ihren vertikalen Biegekanten 10 unter einem Neigungswinkel 14 zur Vertikalen von 0° oder etwa 30° zueinander orientiert und dabei zusätzlich paketweise um die Kolonnenachse unterschiedlich verdreht sein.

Die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Füllung ist wie folgt:

Sie arbeitet bei Rektifikation, Absorption und Desorption, mit partiellem Gleichstrom beider Phasen an den engeren Stellen der Kontakträume, jedoch insgesamt im Gegenstrom, in der technischen Reaktionsführung, als Extraktor oder Mischung vorzugsweise im Gleichstrom beider Phasen, vorwiegend mit Kolbenströmung.

Im ersten Falle steigt der Dampf (das Gas) in senkrechter Hauptströmungsrichtung aufwärts und durchdringt die paketweise in Elementmatten 2 angeordneten Strukturelemente 1 in zur Hauptachse paralleler Richtung oder in einem spitzen Winkel, alternierend paketweise von der Hauptströmungsrichtung abweichend. Die Flüssigkeit benetzt die Innen- und Außenflächen jeder Rinnenfläche 5, wobei das Gas auf die Flüssigkeit an den Querstreifen 3 tangential schierend und auf die Längsstreben 4 schräg parallel auftrifft. Die Unterkanten der Querstreifen 3 wirken vorwiegend als Stromteiler für das Gas und als Tropfkanten für die Flüssigkeit, die schräggestellten Längsstreben 4 hingegen als Leitvorrichtung und Kommunikationshilfen für beide Phasen in Querrichtung. Zwischen schräg übereinander angeordneten Kontakträumen 8 wird konsequent das Prinzip der Stromteilungs-, umlagerung und- verflechtung verwirklicht, für beide Phasen gleichermaßen. Somit sorgen die ausreichend bemessenen Öffnungen 6 mit den Querstreifen 3 und den Längsstreben 4 für eine gute Querverteilung über den Kolonnenquerschnitt. Günstige querverteilende Wirkungen stellen sich bereits dann ein, wenn zwei benachbarte Elementmatten 2; 2' sich so überdecken, daß jeweils ihre vertikalen Biegekanten 10 zusammenfallen. Lediglich für den Betrieb unter Vakuum ist eine gegenseitige Neigung der Matten 2; 2' um etwa 30° zweckmäßig, wobei sich eine besondere Strukturstabilität der Füllung ergibt.

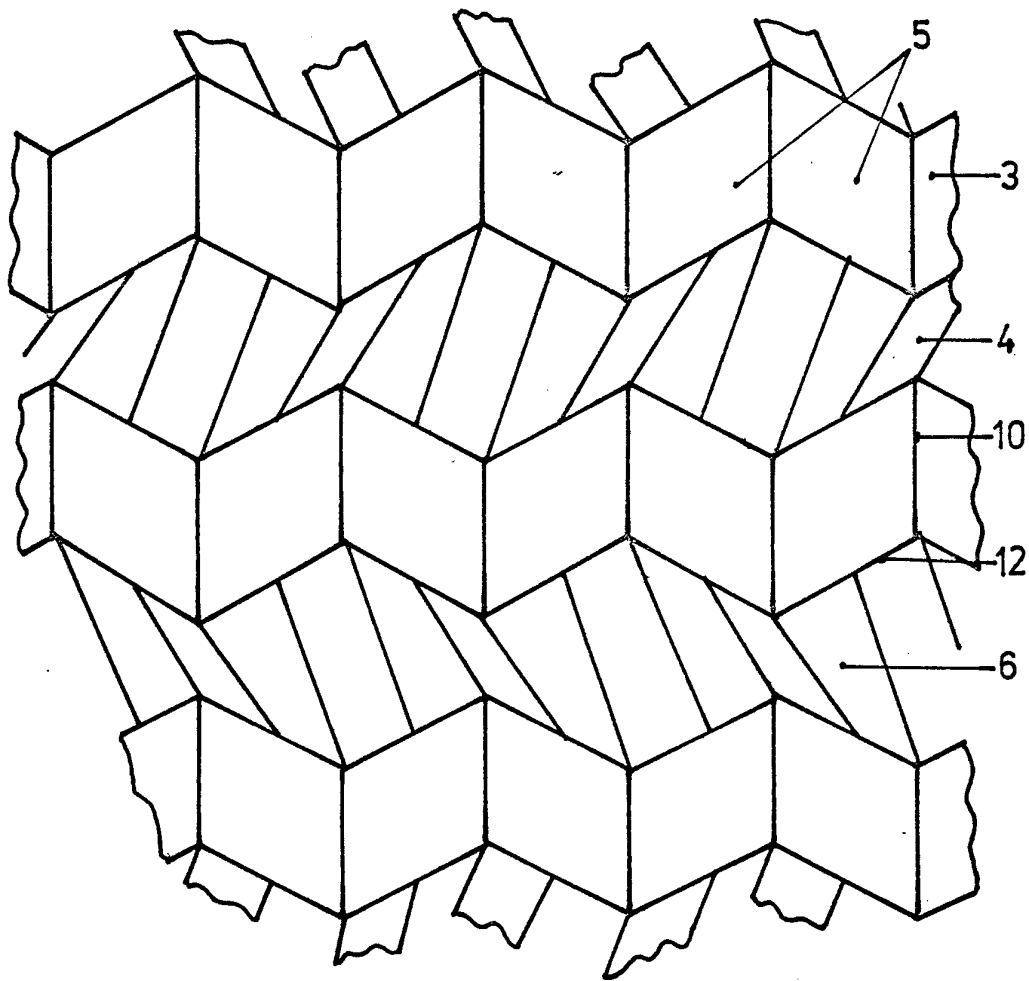


Fig. 1

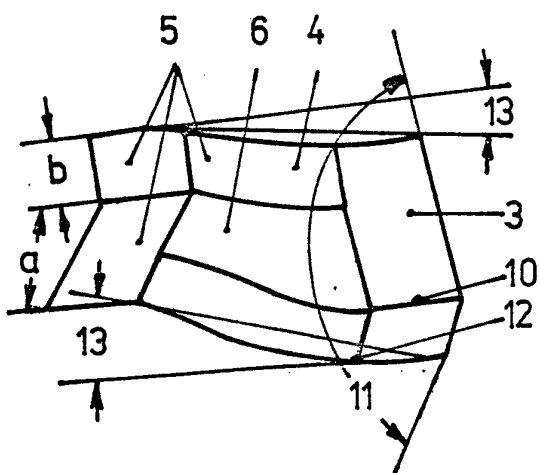


Fig. 2

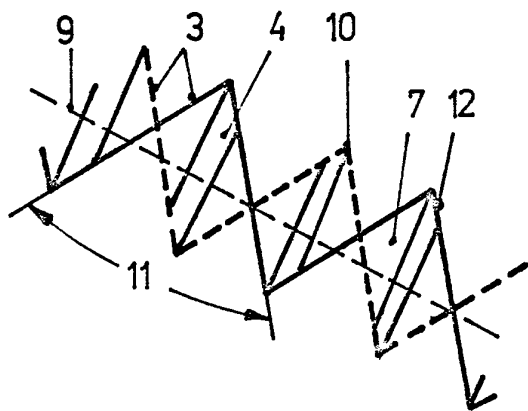


Fig. 3

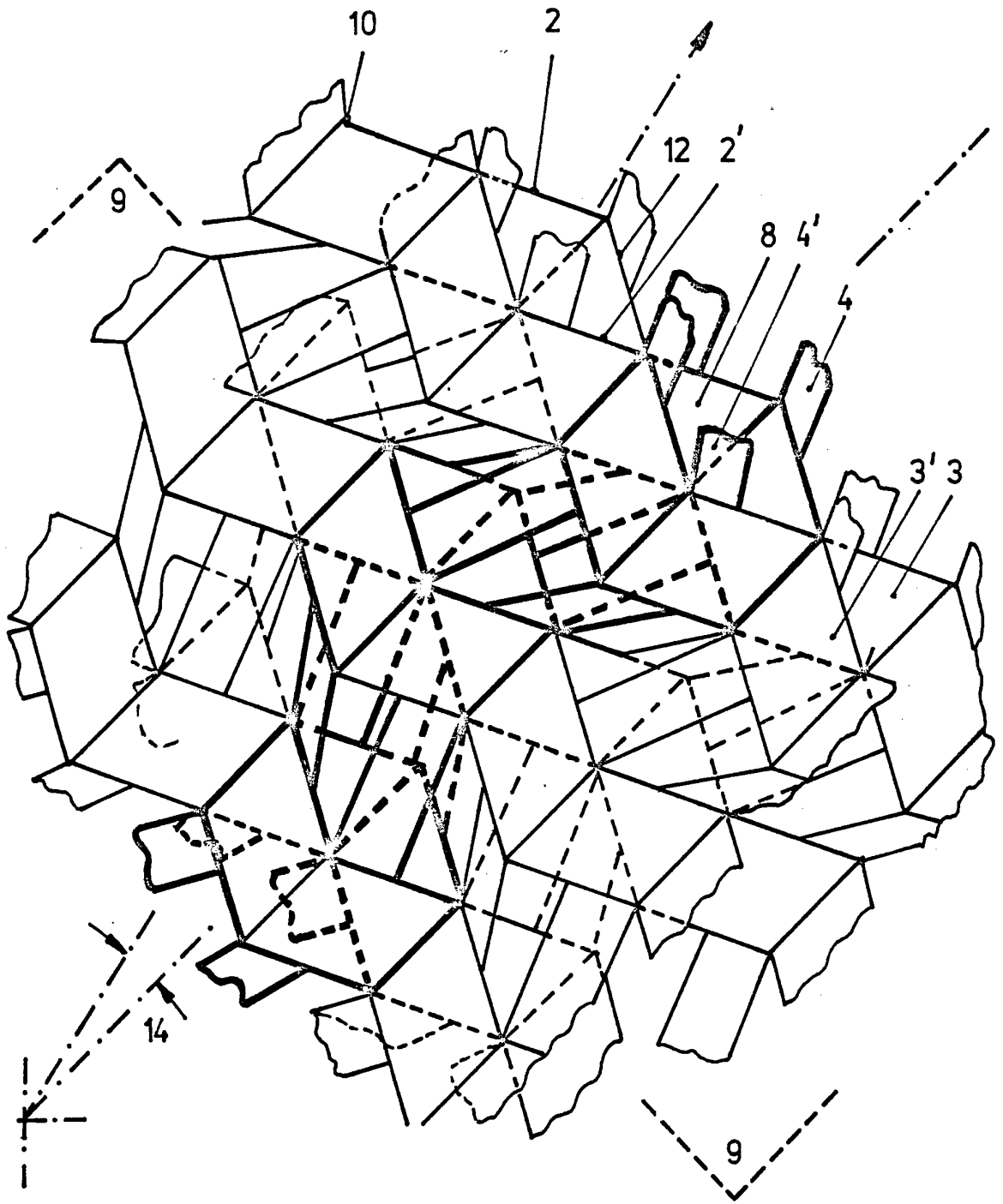


Fig. 4