

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/053903 A2

(43) Date de la publication internationale
10 avril 2014 (10.04.2014)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :
B01J 19/32 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/IB2013/002190
- (22) Date de dépôt international :
3 octobre 2013 (03.10.2013)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
12/02622 3 octobre 2012 (03.10.2012) FR
- (71) Déposant : EUROSLOT KDSS FRANCE [FR/FR];
Usine Relais des Priédons Sud, F-86140 Scorbe-Clairvaux (FR).
- (72) Inventeur : NADERI, Abdol Hossein; 26 route de
Nouaillé, F-86000 Poitiers (FR).
- (74) Mandataire : THIBON LITTAYE Annick,; Cabinet Thi-
bon-Littaye, B.P. 19, F-78164 Marly-le-Roi cedex (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : LINING STRUCTURE OF A COLUMN FOR PLACING FLUIDS IN CONTACT AND LINING PLATE

(54) Titre : STRUCTURE DE GARNISSAGE DE COLONNE DE MISE EN CONTACT DE FLUIDES ET PLAQUE DE GAR-
NISSAGE

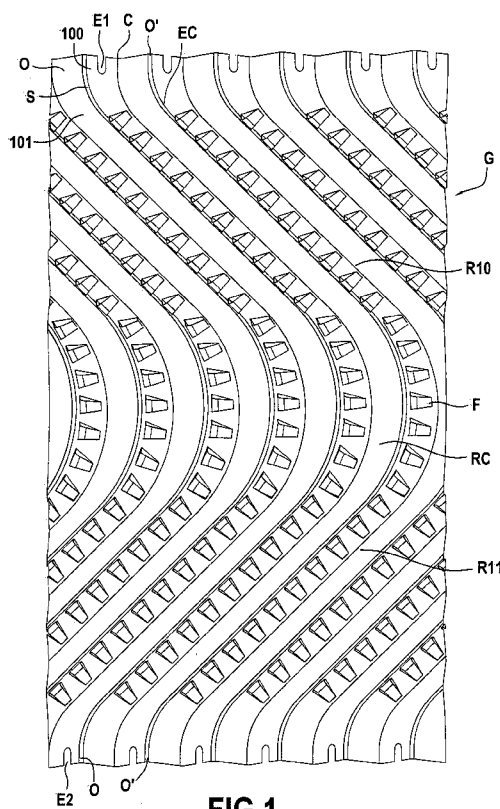


FIG.1

(57) Abstract : The invention relates to an inner lining structure of a fluid-exchange column consisting of vertically adjacent layers of corrugated plates each shaped such as to define longitudinal channels having in the wall thereof, in a tilted plane, a series of drawing windows (F) enabling the fluids to pass through said wall and arranged according to a cut-out (A) having a trapezoidal shape, and to comprise notches (E1, E2) on the transverse edge thereof, each notch being made from said transverse edge ending each channel through the material thereof, such that said notches provide passages for the fluids to pass therethrough, from one to another of two adjacent channels through the wall that separates same, at the junction between two vertically adjacent lining layers and from one plate to a juxtaposed plate in the same layer, and enabling said transverse edge of the plate to be overall rectilinear in order for the transverse edges of the plates to jointly form the equivalent of a planar bearing surface via which the contiguous vertically adjacent layers rest on one another.

(57) Abrégé : L'invention concerne une structure de garnissage

[Suite sur la page suivante]



WO 2014/053903 A2

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, **Publiée :**
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, — *sans rapport de recherche internationale, sera republiée*
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). *dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)*

interne d'une colonne d'échange de fluides constituées de couches superposées de plaques ondulées chacune conformée pour définir des canaux longitudinaux présentant dans leur paroi en plan incliné une série de fenêtres d'emboutissage (F) livrant passage aux fluides à travers ladite paroi et ménagées suivant une découpe (A) de forme trapézoïdale, et pour présenter des échancrures (E1, E2) sur son bord transversal, chaque échancrure étant creusée à partir dudit bord transversal terminant chaque canal à travers la matière de celle-ci, de telle manière que lesdites échancrures offrent des passages de circulation des fluides, de l'un à l'autre de deux canaux adjacents à travers la paroi qui les sépare, au niveau de la jonction entre deux couches de garnissage superposées et également d'une plaque à une plaque juxtaposée dans la même couche, et permettant que ledit bord transversal de la plaque soit globalement rectiligne afin que les bords transversaux des plaques constituent ensemble l'équivalent d'une face d'appui plane par laquelle les couches superposées adjacentes reposent les unes sur les autres.

STRUCTURE DE GARNISSAGE DE COLONNE DE MISE EN CONTACT DE FLUIDES ET PLAQUE DE GARNISSAGE

La présente invention concerne le domaine des équipements internes de colonnes de mise en contact de fluides, et plus particulièrement celui des structures de garnissage faites de plaques de garnissage qui occupent l'espace interne de colonnes d'échange entre fluides pour constituer, au sein d'une telle colonne, la surface de paroi avec laquelle les fluides circulant à travers la colonne seront mis en contact.

Les colonnes d'échange équipées d'éléments de garnissage structuré ayant pour but de mettre en contact des fluides afin de réaliser des transferts de matière ou des transferts thermiques entre les fluides sont largement utilisées dans des secteurs industriels divers, notamment en génie chimique ou pétrochimique, pour réaliser des opérations de distillation, de rectification, d'absorption, d'échange de chaleur, d'extraction, de réaction chimique, etc. D'une manière générale, les fluides peuvent circuler à co-courant ou à contre-courant dans la colonne. L'invention s'applique plus spécifiquement à une colonne de mise en contact entre une phase gazeuse ascendante et une phase liquide descendante.

Des éléments de garnissage structuré connus pour de telles colonnes sont décrits notamment dans la demande internationale de brevet publiée sous la référence WO 2008/132311. Ils sont constitués de plaques ondulées qui se disposent verticalement, juxtaposées les unes contre les autres de manière ordonnée, pour former une couche de garnissage qui sera découpée au diamètre de la colonne. La colonne est généralement garnie d'une structure de garnissage faite de couches superposées de ces éléments de garnissage qui sont empilées les unes au-dessus des autres de manière ordonnée, en croisant l'orientation des plaques d'une couche à l'autre de manière à redistribuer le liquide au sein de la colonne en évitant de privilégier une direction d'écoulement plutôt qu'une autre.

2

La présente invention vise notamment à la conception d'une plaque ondulée de garnissage structuré qui permette la réalisation de colonnes de mise en contact de fluides aux performances améliorées. Il s'agit notamment d'augmenter la surface de contact offerte au contact des fluides par unité de volume, ou surface spécifique de l'empilement de couches de plaques juxtaposées, et d'organiser la circulation des fluides, plus particulièrement celle d'un liquide descendant le long des plaques de garnissage, de manière à éviter tant les zones de stagnation que les zones de turbulence. Il s'agit aussi de concilier les exigences de surface de paroi au contact des fluides avec les exigences de volume de vide ouvert à leur circulation pour contribuer à une amélioration de l'efficacité de la colonne en maîtrisant les risques d'engorgement.

A cette fin, l'invention propose une structure de garnissage de colonne d'échange entre fluides comportant des couches superposées de plaques ondulées accolées chacune conformée pour définir des canaux parallèles présentant une partie principale rectiligne s'orientant en biais de ses bords transversaux dans l'empilement de couches superposées dans lequel lesdites plaques accolées sont prévues pour s'orienter en biais en alternance dans deux directions transversales différentes d'une couche à l'autre de l'empilement et avec leurs canaux respectifs s'orientant alternativement en biais dans l'un et dans l'autre des deux sens opposés d'inclinaison par rapport aux bords transversaux des plaques superposées. Chacune desdites plaques est conformée pour présenter le long d'une partie principale desdits canaux entre leurs extrémités longitudinales, dans la paroi en plan incliné desdits canaux une série de fenêtres d'emboutissage livrant passage aux fluides circulant dans le canal correspondant à travers ladite paroi et ménagées suivant une découpe de forme trapézoïdale, et pour présenter des échancrures sur son bord transversal, de préférence à chaque extrémité longitudinale, chaque échancrure étant creusée à partir dudit bord transversal terminant chaque canal à travers la matière de celle-ci, en n'entamant ledit bord transversal que sur une largeur mineure, sensiblement au milieu de la paroi en plan incliné correspondante dudit canal, de telle manière que lesdites échancrures offrent des passages de circulation des fluides, de l'un

3

à l'autre de deux canaux adjacents à travers la paroi qui les sépare, au niveau de la jonction entre deux couches de garnissage superposées et également d'une plaque à une plaque juxtaposée dans la même couche, et permettant que ledit bord transversal de la plaque soit globalement rectiligne afin que les bords transversaux des plaques constituent ensemble l'équivalent d'une face d'appui plane par laquelle les couches superposées adjacentes reposent les unes sur les autres.

De préférence, lesdites échancrures ont chacune une forme globalement allongée dont l'extrémité intérieure a un contour de forme arrondi.

Les fenêtres d'emboutissage sont constituées d'une ouverture et d'une bande de matière venue d'emboutissage qui surmonte ladite ouverture.

Plus spécifiquement la structure de garnissage est telle que lesdites couches de plaques sont disposées de manière à ce que les plans médians des plaques ondulées d'une couche donnée forment un angle de préférence compris entre 80 et 95 degrés, et de préférence encore de l'ordre de 90 degrés, par rapport aux plans médians des plaques ondulées des couches adjacentes dans l'empilement.

L'invention vise plus spécifiquement une structure de garnissage interne d'une colonne de mise en contact de fluides, apte à constituer dans une telle colonne une surface d'échange entre un fluide en phase liquide circulant en descendant le long de la colonne et un fluide en phase gazeuse circulant en sens inverse, dans le sens ascendant.

Selon l'invention, chaque plaque de la structure de garnissage présente une ou plusieurs des principales caractéristiques ci-après décrites, lesquelles seront de préférence appliquées combinées ensemble.

L'invention vise aussi à fournir une plaque ondulée d'une structure de garnissage. Elle vise plus spécifiquement une plaque

ondulée de garnissage structurée destinée à l'équipement interne d'une colonne de mise en contact de fluides, apte à constituer dans une telle colonne une surface d'échange entre un fluide en phase liquide circulant en descendant le long de la colonne et un fluide en phase gazeuse circulant en sens inverse, dans le sens ascendant, la plaque présentant une succession d'ondulations transversales définissant des canaux parallèles pour la circulation longitudinale, les ondulations de la plaque ondulée présentant préférentiellement, sur chaque face de la plaque, une section transversale triangulaire définissant deux parois globalement symétriques suivant deux plans inclinés qui s'étendent du sommet de la section triangulaire constituant la crête de l'ondulation au plan médian de la plaque. Conformément à l'invention, chaque ondulation de la plaque de garnissage présente des fenêtres d'emboutissage constituées chacune d'une ouverture de forme trapézoïdale ménagée à travers la paroi en plan incliné d'un canal défini par ladite ondulation et d'une bande de matière venue d'emboutissage qui surmonte ladite ouverture.

En plus de créer des orifices de passage des fluides d'une face à l'autre de la plaque, en favorisant par là leur circulation d'une plaque à l'autre dans le sens transversal d'une série de plaques accolées, ces fenêtres d'emboutissage sont conçues, en forme, structure et disposition, pour constituer une surface d'échange importante, ralentir la circulation le long des canaux et régulariser le débit de liquide, en augmentant ainsi le temps de contact avec ses parois, toutes particularités qui contribuent à la bonne qualité de fonctionnement d'une colonne équipée des plaques de garnissage suivant l'invention.

De préférence les ouvertures des fenêtres d'emboutissage sont découpées pour s'évaser vers le fond du canal.

La bande de matière ou ruban qui surmonte chaque ouverture se compose de deux parties trapézoïdales rattachées à la paroi en plan incliné, au niveau de l'ouverture traversante, par des lignes de base qui sont de longueurs différentes, lesdites parties trapézoïdales étant en outre reliées entre elles par un arrondi

5

central. Cette bande de matière résulte de la découpe de matière dans la paroi en plan incliné pour créer l'ouverture trapézoïdale.

Les fenêtres sont conçues de manière à ce que la bande surmontant l'ouverture s'inscrive entre les deux plans parallèles définis par les crêtes des ondulations transversales de part et d'autre du plan médian de la plaque, de manière que l'on puisse convenablement juxtaposer les plaques en appui l'une contre l'autre pour constituer une couche de garnissage.

Selon un cas particulier de l'invention, ladite bande de matière est de forme allongée dont la direction principale est orientée selon un angle sensiblement égal à 90 degrés par rapport au plan incliné de la paroi de l'ondulation dans laquelle elle est formée.

Par ailleurs, on prévoit avantageusement que pour chaque fenêtre, le bord étroit de l'ouverture trapézoïdale se situe du côté de la crête de l'ondulation, alors que le bord large de l'ouverture trapézoïdale se situe corrélativement vers le fond du canal.

Les fenêtres d'emboutissage sont présentes au moins dans les parties rectilignes des canaux. Elles peuvent être réalisées de manière à ce que les bandes de matière qui surmontent les ouvertures n'apparaissent que sur une face ou que certaines apparaissent sur une face et d'autres sur l'autre face de la plaque.

Selon l'invention, le bord transversal d'une plaque est globalement rectiligne. En effet de préférence les canaux longitudinaux se terminent vers le haut et vers le bas par des tronçons verticaux et les bords supérieurs et inférieurs de chaque plaque sont rectilignes dans la direction transversale.

Ces bords transversaux rectilignes, se placent horizontalement dans la colonne, les différentes plaques étant globalement rectangulaires. Dans chaque couche de garnissage, les plaques sont de même hauteur et disposées à même niveau, juxtaposées les unes aux autres. En haut et en bas, les bords transversaux des plaques constituent ensemble l'équivalent d'une

6

face d'appui plane par laquelle les couches superposées reposent les unes sur les autres.

Suivant l'invention, les parois latérales desdites ondulations présentent des échancrures en leurs extrémités longitudinales.

5 Ces échancrures sont avantageusement creusées à partir du bord transversal de la plaque à travers la matière de celle-ci, de telle manière qu'elles offrent des passages de circulation des fluides, ouverts en particulier à la circulation d'un fluide en phase liquide parcourant les canaux, de l'un à l'autre de deux canaux
10 adjacents à travers la paroi qui les sépare, au niveau de la jonction entre deux couches de garnissage superposées dans un empilement de couches chacune faite de plaques accolées et également d'une plaque à une plaque juxtaposée dans la même couche. Tout en contribuant à augmenter la surface mouillable du garnissage dans
15 son ensemble, les échancrures en bout des canaux, au bord des plaques, ont surtout pour rôle de réduire considérablement les risques d'engorgement de la colonne, dans la mesure où il devient facile aux fluides en circulation de trouver leur chemin d'un canal longitudinal à un autre au niveau des intersections des couches
20 empilées formant le garnissage de la colonne.

Les échancrures sont de préférence réalisées, non seulement à l'une, mais à l'une et l'autre des deux extrémités longitudinales opposées des canaux ménagés par les ondulations de la plaque de garnissage structuré suivant l'invention. Elles peuvent
25 être présentes sur l'une sur deux des parois constitutives des ondulations sur chaque face, d'un côté ou de l'autre de la crête au sommet de la section triangulaire, ou mieux, elles peuvent être présentes sur les deux parois.

Chaque échancrure se présente avantageusement comme
30 une découpe, de préférence de forme allongée dans le sens longitudinal du canal, sur le bord transversal de la plaque, à l'extrémité longitudinale de celle-ci, de préférence à chaque extrémité. Elle ne comporte pas de matière sur une partie du bord qui, de part et d'autre des échancrures, vient en appui sur les bords
35 équivalents des plaques des couches adjacentes dans l'empilement

7

de couches superposées garnissant intérieurement une colonne. En d'autres termes l'échancrure ne comporte pas de matière en son intersection avec le bord transversal de l'extrémité de la plaque qui la comporte. A l'opposé de cette intersection, c'est-à-dire en son

5 extrémité intérieure, l'échancrure comporte de préférence un contour arrondi qui facilite le mouillage de la plaque par les fluides. Elle est globalement oblongue mais son extrémité extérieure ne comporte pas de matière. Les échancrures ainsi prévues aux extrémités des canaux n'entament les bords transversaux de chaque plaque que sur

10 une largeur mineure du bord transversal terminant chaque canal, sensiblement au milieu de la paroi en plan incliné correspondante. Elles permettent que le bord transversal de la plaque de garnissage soit globalement rectiligne et confèrent à la plaque une résistance mécanique suffisante pour ne pas s'écraser dans l'empilement des

15 couches de plaques.

Conformément à des modes de réalisation particulièrement avantageux de la plaque ondulée suivant l'invention, l'angle que fait chacun des deux plans inclinés transversalement, qui sont constitutifs d'une demi-ondulation, est compris entre 40 et 70

20 degrés, et de préférence compris entre 46 et 70 degrés. Ces valeurs sont favorables à un débit de liquide lent et régulier et à une bonne mouillabilité de la surface de contact des fluides.

Suivant une autre caractéristique propre à l'invention, il est prévu que dans le sens longitudinal, chaque ondulation décrit un

25 trajet sinueux, avec une partie principale pentue, orientée en biais entre la direction longitudinale et la direction transversale, entre des parties d'extrémité recourbées vers et jusqu'à la direction longitudinale proprement dite.

Dans ce cas, les canaux de circulation des fluides ménagés

30 entre ondulations transversales suivent le même trajet sinueux, parallèlement les uns aux autres, les uns d'un côté de la plaque, les autres de l'autre côté, alternativement. La plaque comporte ainsi des canaux parallèles qui présentent une partie principale rectiligne s'orientant en biais de ses bords transversaux. Ce trajet sinueux

35 définit lui-même une ondulation, plus ou moins complète, sur la

hauteur de la plaque. Une telle forme ondulée dans le plan de la plaque peut être en plus légèrement gondolée dans le plan perpendiculaire, dans le même but de favoriser la répartition d'un flux de liquide descendant en veines multiples se recoupant en toutes directions dans toute la section de la colonne à garnissage interne suivant l'invention.

Suivant des formes de réalisation particulières, on trouve sur la hauteur de la plaque, de la même manière pour chaque plaque appartenant à une même couche de plaques accolées, soit une seule partie à pente en biais (en général rectiligne pour les besoins d'une fabrication par emboutissage) avec ses deux extrémités orientées verticalement, soit deux parties pentues symétriques, orientées en biais l'une vers la droite, l'autre vers la gauche et chacune recourbée en bout pour se terminer par une extrémité verticale, l'une en haut l'autre en bas.

Dans le cas où l'on prévoit ainsi plusieurs parties principales pentues sur la hauteur de la plaque, elles se rejoignent mutuellement par une partie en courbe continue, formant un virage qui permet le changement de direction de la pente longitudinale de l'ondulation. L'angle entre les deux orientations des parties pentues, orientées en biais, est compris de préférence entre 70 et 130 degrés, de préférence encore entre 80 et 125 degrés.

Dans le cas où l'on prévoit plusieurs parties principales rectilignes pentues sur la hauteur de la plaque, de directions opposées, la plaque présente une hauteur supérieure à une plaque à une seule partie pentue et peut être avantageusement utilisée dans une structure de garnissage qui nécessite alors moins de couches superposées de plaques accolées pour remplir la colonne.

Outre le fait que ces diverses dispositions favorisent un mouillage efficace de toute la surface de la plaque, en évitant les zones mortes sur les bords de la colonne ainsi que les zones de turbulence, elles ont aussi l'avantage de faciliter le montage des couches de garnissage superposées dans une colonne et de favoriser la stabilité de l'ensemble. Comme les canaux se terminent verticalement, les échancrures ménagées dans la paroi des canaux

au bord transversal de la plaque laissent de part et d'autre la tranche de la plaque se placer horizontalement, si bien qu'à partir de plaques rectangulaires conformées suivant l'invention et accolées pour constituer une couche de garnissage, on définit par le bord des
5 plaques dans leur ensemble un plan d'appui horizontal par lequel chaque couche repose sur la précédente dans l'empilement.

De préférence, les plaques ondulées sont en métal, notamment en acier du fait que ce matériau présente une bonne tenue mécanique. Néanmoins elles peuvent aussi être réalisées
10 dans une feuille de matériau polymère, thermoplastique ou thermodurcissable, le cas échéant chargé de fibres de verre ou de carbone par exemple.

L'invention concerne aussi le garnissage structuré d'une colonne d'échange de fluide définissant une surface d'échange pour
15 une phase liquide descendante destinée à être mise en contact intime avec une phase gazeuse ascendante, ledit garnissage étant composé d'un empilement de couches de plaques ondulées telles que décrites précédemment, lesdites couches étant disposées de manière à ce que les plans médians des plaques ondulées d'une
20 couche donnée forment un angle de préférence compris entre 80 et 95 degrés, et de préférence encore de l'ordre de 90 degrés, par rapport aux plans médians des plaques ondulées des couches adjacentes dans l'empilement.

L'invention sera maintenant plus complètement décrite dans
25 le cadre de caractéristiques préférées et de leurs avantages, en se plaçant dans le cas particulièrement avantageux de son application à la réalisation d'une structure de garnissage interne de colonnes d'échange entre une phase liquide circulant dans le sens descendant le long de la colonne et une phase vapeur circulant à contre-courant,
30 dans le sens ascendant.

Une plaque ondulée typique d'une telle structure de garnissage est expliquée en faisant référence aux figures 1 à 4, dans lesquelles :

- la figure 1 représente une plaque de garnissage structuré

10

selon l'invention, dans une vue de dessus vers l'une de ses faces ;

- la figure 2 est une vue en coupe transversale à travers la plaque de la figure 1 au niveau des ouvertures d'emboutissage ménagées à travers la plaque et se répétant sur les ondulations successives ;

- la figure 3 représente une vue en perspective d'une portion de la plaque de garnissage structuré de la figure 1, montrant le détail des ouvertures d'emboutissage ménagées à travers la plaque ;

- et la figure 4 représente une plaque de garnissage structuré s'utilisant suivant l'invention en variante de celle de la figure 1.

La figure 1 illustre une plaque ondulée pour garnissage structuré d'une colonne de mise en contact de fluides selon l'invention, en vue de dessus sur l'une de ses faces. Sur cette figure, la plaque est disposée dans le sens de sa hauteur, selon la disposition usuelle qu'elle aura dans la colonne, dans la constitution de l'une des couches de garnissage superposées remplissant celle-ci.

Rappelons que cette plaque est utilisée accolée à des plaques similaires, présentant les mêmes ondulations, sur la même hauteur. Les plaques adjacentes se jouxtent les unes les autres par appui sur la crête de leurs ondulations respectives pour former une couche d'une structure de garnissage. Du fait que ces ondulations, alternativement en creux et en saillie sur le plan médian de la plaque dans le sens transversal, suivent aussi un trajet sinueux dans le sens longitudinal de la plaque, il n'y a pas interpénétration entre les plaques adjacentes.

Chaque plaque ondulée G présente une succession d'ondulations transversales O, O', définissant des canaux longitudinaux C, parallèles, qui forment des sillons permettant aux fluides de circuler suivant la hauteur de la colonne d'échange, notamment à la phase liquide de descendre selon ces canaux.

Chaque ondulation est à profil transversal en V, ou triangulaire, avec deux faces de paroi selon des plans inclinés symétriques 100 et 101 de part et d'autre d'un sommet S qui définit

la crête de l'ondulation sur son trajet longitudinal. Les ondulations successives, telles que considérées en section dans la direction transversale de la plaque, s'inscrivent entre deux plans parallèles fictifs (notés P, P' sur la figure 2) définis par lesdits sommets de part et d'autre du plan médian de la plaque. Selon cet exemple non limitatif, comme représenté en figure 2, le plan incliné 100, 101 d'une ondulation fait un angle d'environ 47 degrés (angle noté α sur la figure 2), par rapport à l'un desdits plans parallèles fictifs P, P' entre lesquels s'inscrit l'ondulation. De préférence l'angle au sommet S est à contour arrondi.

Dans le sens longitudinal, les ondulations adjacentes suivent des trajets sinueux parallèles. Dans le cas de la figure 1, le trajet en question décrit sensiblement une ondulation complète, entre deux extrémités sur les bords de la plaque, en haut et en bas, qui se situent à la verticale l'une de l'autre. Dans le cas de la figure 4, le trajet sinueux s'étend en biais entre deux extrémités qui sont décalées latéralement. Dans les deux cas, les canaux longitudinaux délimités par les ondulations considérées dans le sens transversal de la plaque se terminent verticalement alors que sur leur majeure partie ils se dirigent en biais entre verticale et horizontale, vers la gauche ou vers la droite sur les figures, chaque bord transversal de la plaque étant par ailleurs globalement rectiligne.

Chaque ondulation O, O' comporte des fenêtres F, sous forme d'ouvertures d'emboutissage, qui sont plus spécifiquement décrites aux figures 2 et 3.

Aux extrémités de son trajet longitudinal, chaque ondulation O, présente une échancrure E1, E2, faite dans la matière formant l'un desdits plans inclinés 100 ou 101. Dans la réalisation décrite en exemple, chaque échancrure est ménagée à partir du bord transversal de la plaque, à travers la paroi séparatrice entre deux canaux longitudinaux. Dans le cas de la figure 1, il est prévu ainsi une échancrure par ondulation à chaque extrémité de chaque canal. Toutefois, de préférence, une échancrure est réalisée dans chaque plan incliné de l'ondulation comme montré sur la figure 4.

Le garnissage dans la colonne est ordonné de manière à ce

12

que les échancrures E1 et E2 d'une plaque ondulée présentes à chaque extrémité d'ondulation se trouvent orientées pour l'un des côtés vers le haut de la colonne et pour le côté opposé vers le bas de ladite colonne.

5 Chaque échancrure se présente sous forme d'une découpe de forme allongée (de type oblongue) dans le sens longitudinal du canal, creusée depuis le bord transversal de la plaque. Elle ne comporte pas de matière sur une partie dudit bord qui, de part et d'autre de l'échancrure, vient en appui sur les bords équivalents des
10 plaques des couches adjacentes dans l'empilement de couches superposées garnissant intérieurement une colonne. A l'opposé de cette extrémité extérieure, l'échancrure comporte une extrémité intérieure au contour arrondi qui facilite le mouillage de la plaque par les fluides. Les échancrures ainsi prévues aux extrémités des
15 canaux n'entament les bords transversaux de chaque plaque que sur une largeur mineure du bord transversal terminant chaque canal, sensiblement au milieu de la paroi en plan incliné correspondante.

Ces échancrures permettent que le bord transversal de la plaque de garnissage soit globalement rectiligne et elles confèrent à
20 la plaque une résistance mécanique suffisante pour ne pas s'écraser dans l'empilement des couches de plaques.

La surface d'échange à l'intersection de deux couches de plaques superposées dans une colonne comporte ainsi des ouvertures que constituent lesdites échancrures en bout de plaque,
25 qui permettent aux fluides de ne pas stagner à ce niveau. Ainsi, la hauteur de liquide s'accumulant reste faible l'on assure un niveau d'engorgement faible, tel qu'il ne soit pas néfaste à l'efficacité de la colonne. Ces échancrures autorisent aussi le passage des fluides d'une plaque à l'autre qui lui est juxtaposée dans une couche de
30 garnissage donnée.

Les extrémités longitudinales des ondulations de la plaque comportent en outre une partie terminale présentant une courbe EC. Elles sont rayonnées de manière à ce que la courbure EC permette de changer la direction terminale du canal pour ralentir le liquide et
35 mieux redistribuer le liquide d'une couche de garnissage à l'autre.

13

Par ailleurs, les ondulations de la plaque ondulée suivent un trajet sinueux de sorte qu'elles présentent une forme courbe dans le sens longitudinal, c'est-à-dire suivant le sens de la hauteur de ladite plaque sur la figure 1. Cette forme courbe est formée de deux parties rectilignes pentues R10, R11 disposées symétriquement de part et d'autre d'une partie centrale courbe RC. Lesdites parties rectilignes pentues sont disposées de manière à former un angle d'environ 120 degrés entre elles. Le rayon de courbure de la partie centrale est ouvert pour éviter les turbulences que pourrait créer un rayon de courbure trop fermé.

L'avantage de prévoir plusieurs parties principales pentues sur la hauteur d'une plaque, de directions opposées, permet que la plaque soit d'une hauteur supérieure à une plaque à une seule partie pentue et être avantageusement utilisée dans une structure de garnissage qui nécessite alors moins de couches superposées de plaques accolées pour remplir la colonne.

La figure 2 représente schématiquement et partiellement des ondulations successives d'une plaque selon la figure 1, dans une vue en coupe transversale partielle selon une ligne de coupe réalisée dans les fenêtres d'emboutissage F présentes sur les ondulations successives O, O'.

Chaque ondulation O comporte des fenêtres F qui sont réalisées par emboutissage dans l'une des parois en plan incliné 100 respective de l'ondulation. La fenêtre F comporte une ouverture traversante (portant la référence A sur la figure 3) à travers ledit plan incliné 100, surmontée d'une bande de matière B apparaissant en saillie au-dessus dudit plan incliné.

Cette bande de matière B augmente la surface d'échange du garnissage, et donc son efficacité. Cette bande de matière B est réalisée par découpe de matière dans ledit plan incliné. Elle est structurée selon une forme en dôme, comme représenté sur la figure 3 décrite ci-après. Comme bien illustrée par la figure 2, la matière des fenêtres reste en deçà des crêtes des ondulations, entre les plans fictifs P et P' sur cette figure, pour permettre d'accoler les plaques lors de la constitution d'une couche de garnissage.

14

La figure 3 représente schématiquement et partiellement des fenêtres F disposées sur l'un des plans inclinés d'une ondulation donnée, et vues en perspective.

L'ouverture (traversante) A de la fenêtre d'emboutissage, formée à travers la paroi en plan incliné 100, est de forme trapézoïdale. Ces formes trapézoïdales donnent à la plaque une grande surface ouverte tout en lui assurant une bonne résistance mécanique.

La bande B qui la surmonte est une bande découpée dans la matière de ladite plaque, la bande B restant solidaire de la plaque par ses deux lignes de base b1 et b2 qui sont de longueur différentes du fait de la forme trapézoïdale de l'ouverture A. La bande B est constituée de deux parties trapézoïdales B10 et B12 ayant respectivement comme ligne de base b1 et b2, lesdites parties étant reliées entre elles par un arrondi B11. Cet arrondi B11 évite les turbulences lors des échanges et du passage des fluides.

Cette bande de matière B résulte de la découpe de matière dans le plan incliné pour créer l'ouverture trapézoïdale A, ladite matière étant déformée suivant l'arrondi central B11. Les plaques ondulées selon cet exemple sont réalisées par emboutissage de tôle en acier, compte tenu de la résistance de ce genre de matériau.

La figure 4 illustre un mode de mise en œuvre de l'invention suivant lequel les ondulations transversales des plaques constituant une même couche de garnissage suivent un trajet sinueux globalement longitudinal (vertical dans la colonne) qui forme une ondulation longitudinale à une seule partie principale en biais.

Dans ce cas on ne retrouve pas la jonction courbe entre deux parties en biais orientées l'une à droite et l'autre à gauche que l'on a décrite en référence à la figure 1. L'orientation alternée se retrouve de l'une à l'autre des plaques alternées dans la série de plaques accolées, et de là de l'une à l'autre des couches de garnissage sur la hauteur de la colonne.

Il reste que les ondulations O1 - O2 ayant pour crêtes

15

respectives S1 et S2, représentées sur la plaque G' de la figure 4, définissant des canaux longitudinaux C' se terminent vers le haut et vers le bas par des tronçons verticaux et que les bords supérieurs et inférieurs de chaque plaque sont rectilignes dans la direction transversale. Les échancrures E10, E11, E12, E13 prévues aux 5 extrémités des canaux n'entament les bords transversaux de chaque plaque que sur une largeur mineure du bord rectiligne terminant chaque canal, sensiblement au milieu de la paroi en plan incliné correspondante.

10 Dans les modes de réalisation particuliers suivant l'invention considérée ici, ces bords transversaux à échancrures se placent horizontalement dans la colonne, les différentes plaques étant globalement rectangulaires. Dans chaque couche de garnissage, elles sont de même hauteur et disposées à même 15 niveau, juxtaposées les unes aux autres. En haut et en bas, les bords transversaux des plaques constituent ensemble l'équivalent d'une face d'appui plane par laquelle les couches superposées reposent les unes sur les autres.

Dans chaque couche de garnissage, les différentes plaques 20 ondulées, chacune coupée à la largeur adaptée à la section de la colonne à remplir, sont juxtaposées en alternance de manière qu'à chaque niveau, l'orientation des ondulations d'une plaque fasse un angle non nul avec celle des ondulations de la plaque voisine. Autrement dit, les nappes de canaux qui se font face entre deux 25 plaques accolées se jouxtant par la crête de leurs ondulations respectives se croisent, les canaux de l'une étant orientés vers la droite, ceux de l'autre vers la gauche.

La colonne sera garnie de plusieurs couches de plaques semblables, empilées les unes au-dessus des autres. Les couches 30 de plaques sont empilées de manière croisée. En général, les plans médians des plaques d'une couche donnée forment un angle compris de préférence entre 80 et 95 degrés, souvent de l'ordre de 90 degrés, par rapport aux plans médians des plaques de la couche adjacente dans l'empilement.

35 Le fluide en phase liquide est introduit en tête de colonne

16

et descend à travers les empilements de couches de plaques dans la colonne alors que le fluide en phase gazeuse introduit en fond de colonne traverse la colonne dans le sens inverse. Les échanges entre le liquide et le gaz se font notamment à la surface des plaques
5 ondulées des différentes couches.

La description qui précède explique clairement comment l'invention permet d'atteindre les objectifs qu'elle s'est fixés. Quand on met ainsi en œuvre la présente invention, on parvient à améliorer les conditions de circulation des fluides dans la colonne, à mieux
10 équilibrer leur répartition dans tout l'espace interne, sans laisser de zones de stagnation ni provoquer l'apparition de turbulences, à assurer un temps de contact des fluides avec la surface mouillable qui soit optimum, régulier et uniforme en tous points de celle-ci, à parfaire le compromis entre volume de vide et étendue de surface
15 mouillable, et globalement à favoriser l'échange entre les fluides au sein de ladite colonne et, dans une colonne de distillation, à réduire les risques d'engorgement de la colonne qui adviennent quand un excès de liquide ne peut plus vaincre une pression trop forte de la phase vaporisée.

20 Selon l'invention on réalise un système conduisant à un compromis optimal entre les conditions de circulation des fluides léchant les plaques ondulées et une surface de contact importante pour les transferts entre les fluides, notamment dans le cas d'un échange entre phase liquide et phase gazeuse, auquel il s'ajoute
25 une disposition entre fenêtres d'emboutissage et pans rectilignes des canaux faite en faveur de la commodité de fabrication.

REVENDEICATIONS

1. Structure de garnissage de colonne d'échange entre fluides comportant des couches superposées de plaques ondulées accolées chacune conformée pour définir des canaux parallèles
5 présentant une partie principale rectiligne s'orientant en biais de ses bords transversaux dans l'empilement de couches superposées dans lequel lesdites plaques accolées sont prévues pour s'orienter en biais en alternance dans deux directions
10 transversales différentes d'une couche à l'autre de l'empilement et avec leurs canaux respectifs s'orientant alternativement en biais dans l'un et dans l'autre des deux sens opposés d'inclinaison par rapport aux bords transversaux des plaques superposées, et chacune conformée pour présenter le long d'une partie principale
15 desdits canaux entre leurs extrémités longitudinales, dans la paroi en plan incliné desdits canaux une série de fenêtres d'emboutissage (F) livrant passage aux fluides circulant dans le canal correspondant à travers ladite paroi et ménagées suivant une découpe (A) de forme trapézoïdale surmontée d'une bande de
20 matière (B) et pour présenter des échancrures (E1, E2) sur son bord transversal, de préférence à chaque extrémité longitudinale, chaque échancrure étant creusée à partir dudit bord transversal de la plaque terminant chaque canal à travers la matière de celle-ci, en n'entamant ledit bord transversal que sur une largeur mineure, sensiblement au milieu de la paroi en plan incliné correspondante
25 dudit canal, de telle manière que lesdites échancrures offrent des passages de circulation des fluides, de l'un à l'autre de deux canaux adjacents à travers la paroi qui les sépare, au niveau de la jonction entre deux couches de garnissage superposées et également d'une plaque à une plaque juxtaposée dans la même
30 couche, et permettant que ledit bord transversal de la plaque soit globalement rectiligne afin que les bords transversaux des plaques constituent ensemble l'équivalent d'une face d'appui plane par laquelle les couches superposées adjacentes reposent les unes sur les autres.

18

2. Structure de garnissage selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite échancrure présentant en outre de préférence une extrémité intérieure de forme arrondie.

5 3. Structure de garnissage de colonne d'échange entre fluides selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les fenêtres d'emboutissage (F) sont ménagées suivant une découpe (A) de forme trapézoïdale, surmontée d'une bande (B) restant de sa création, par rattachement des lignes de base (b1,b2) des deux parties trapézoïdales (B10, B12) qui composent
10 ladite bande (B), lesdites lignes de base (b1,b2) étant de longueurs différentes, et en ce que lesdites parties trapézoïdales (B10, B12) sont en outre reliées entre elles par une forme arrondie (B11).

15 4. Structure de garnissage de colonne d'échange entre fluides selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les canaux longitudinaux se terminent vers le haut et vers le bas par des tronçons verticaux et les bords supérieurs et inférieurs de chaque plaque sont globalement rectilignes dans la direction transversale.

20 5. Structure de garnissage de colonne d'échange entre fluides selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que chacune des plaques présente des canaux comportant deux parties orientées en biais (R10, R11), disposées symétriquement de part et d'autre d'une partie centrale courbe
25 (RC) qui fait rejoindre lesdites deux parties en biais, et qui font entre elles un angle qui est compris entre 70 et 130 degrés, de préférence entre 80 et 125 degrés.

30 6. Plaque ondulée de garnissage structuré d'une colonne d'échange de fluides, formant une succession d'ondulations transversales définissant des canaux longitudinaux de circulation des fluides, lesdits canaux présentant une section triangulaire, les ondulations définissant les parois qui les délimitent suivant deux

19

plans inclinés transversaux globalement symétriques à partir d'un sommet définissant la crête de l'ondulation correspondante, lesdites ondulations suivant un trajet sinueux comportant une partie à ouvertures orientée en biais entre la direction
5 longitudinale des extrémités des canaux et la direction transversale des bords transversaux de la plaque, le long d'une partie principale desdits canaux entre leurs extrémités longitudinales, une série de fenêtres d'emboutissage (F) étant présentes dans les parois des ondulations et livrant passage à un
10 fluide circulant dans le canal correspondant à travers la paroi et ménagées suivant une découpe (A) de forme trapézoïdale surmontée d'une bande (B) restant de sa création, par rattachement des lignes de base (b1,b2) des deux parties trapézoïdales (B10, B12) qui composent ladite bande (B), lesdites
15 lignes de base (b1,b2) étant de longueurs différentes, et en ce que lesdites parties trapézoïdales (B10, B12) sont en outre reliées entre elles par une forme arrondie (B11).

7. Plaque selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la bande (B) est de forme allongée dont la direction
20 principale est orientée selon un angle sensiblement égal à 90 degrés par rapport au plan incliné de la paroi de l'ondulation dans laquelle elle est formée.

8. Plaque selon l'une des revendications 6 à 7, caractérisée en ce que le long de chaque partie à ouvertures d'emboutissage,
25 le trajet desdites ondulations est rectiligne.

9. Plaque selon l'une des revendications 6 à 8, caractérisée en ce que les parois desdites ondulations (O, O') présentent des échancrures (E1, E2) sur le bord transversal de la plaque, à
30 chaque extrémité longitudinale de celle-ci, chaque échancrure se présentant sous forme d'une découpe de forme allongée dans le sens longitudinal du canal, ne comportant pas de matière à l'intersection avec ledit bord, réalisée en n'entamant ledit bord transversal que sur une largeur mineure, sensiblement au milieu

de la paroi en plan incliné correspondante dudit canal, et présentant un contour de forme arrondi dans sa partie opposée à cette intersection, ledit bord transversal de la plaque étant en outre globalement rectiligne.

5 **10.**Plaque selon l'une des revendications 6 à 9, caractérisée en ce que chaque extrémité longitudinale des canaux de ladite plaque comporte en outre une partie terminale présentant une
10 courbe (EC) et de sorte que les canaux longitudinaux se terminent vers le haut et vers le bas par des tronçons verticaux, les bords supérieurs et inférieurs de chaque plaque étant globalement rectilignes dans la direction transversale.

15 **11.**Plaque selon l'une des revendications 6 à 10, caractérisée en ce que chacun de ses canaux comporte deux parties orientées en biais (R10, R11), disposées symétriquement de part et d'autre
d'une partie centrale courbe (RC) qui fait rejoindre lesdites deux parties en biais, et qui font entre elles un angle qui est compris entre 70 et 130 degrés, de préférence entre 80 et 125 degrés.

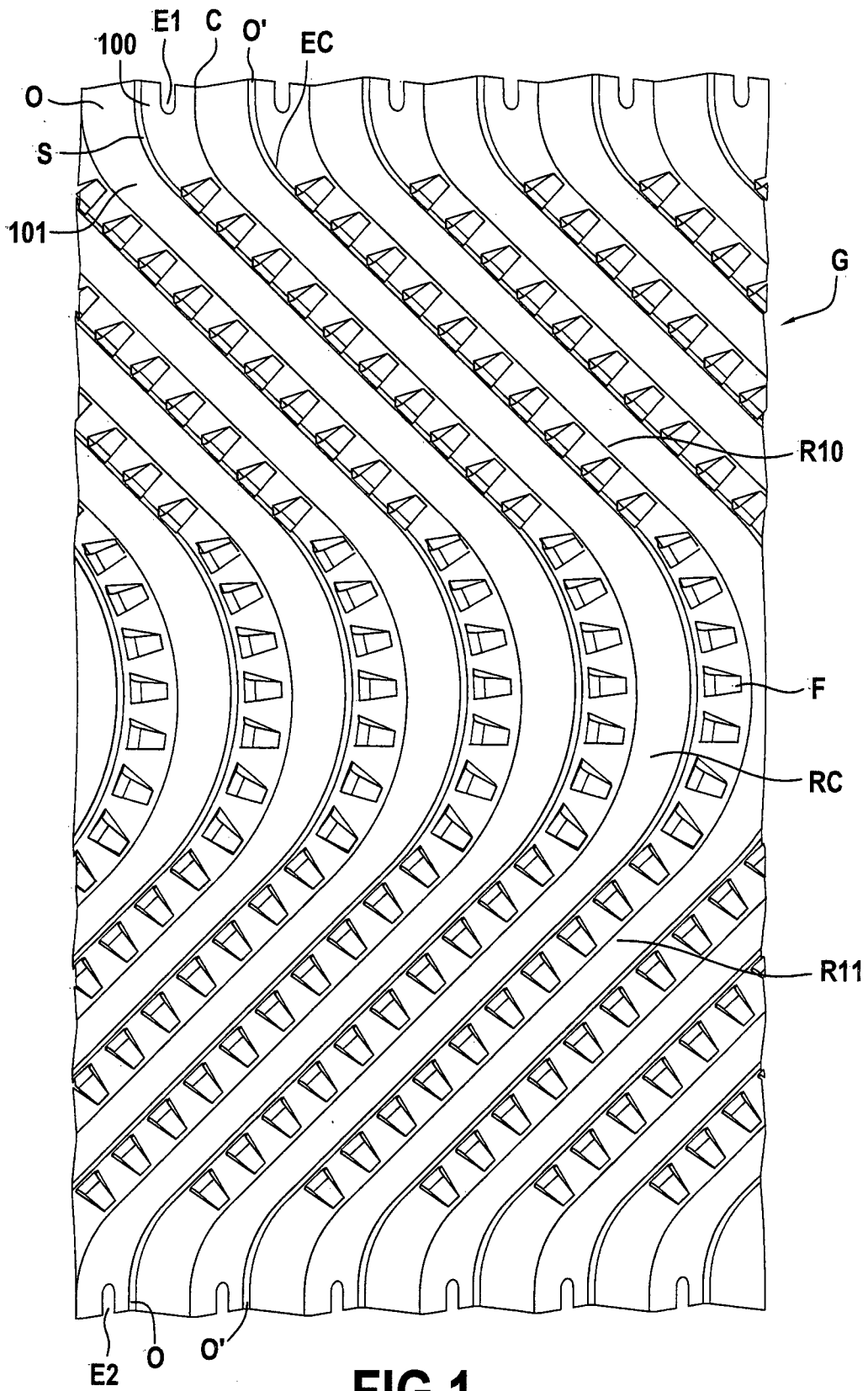


FIG.1

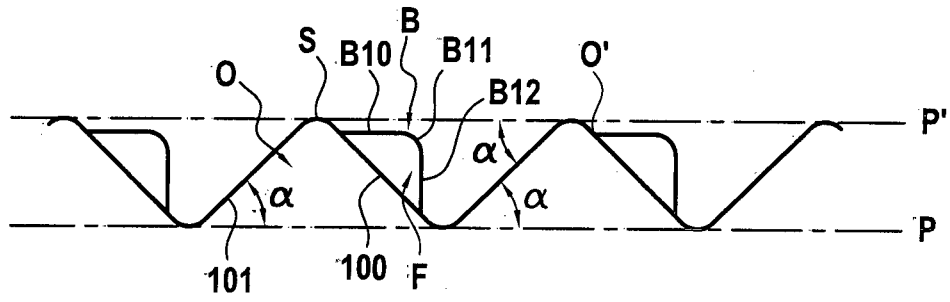


FIG. 2

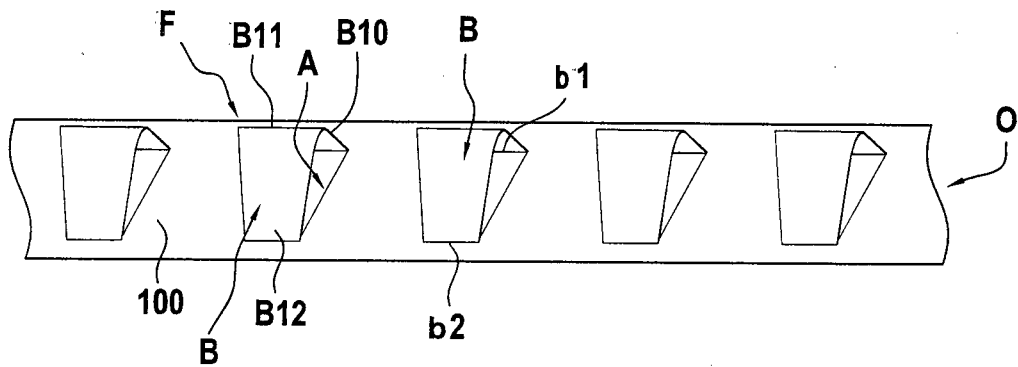


FIG. 3

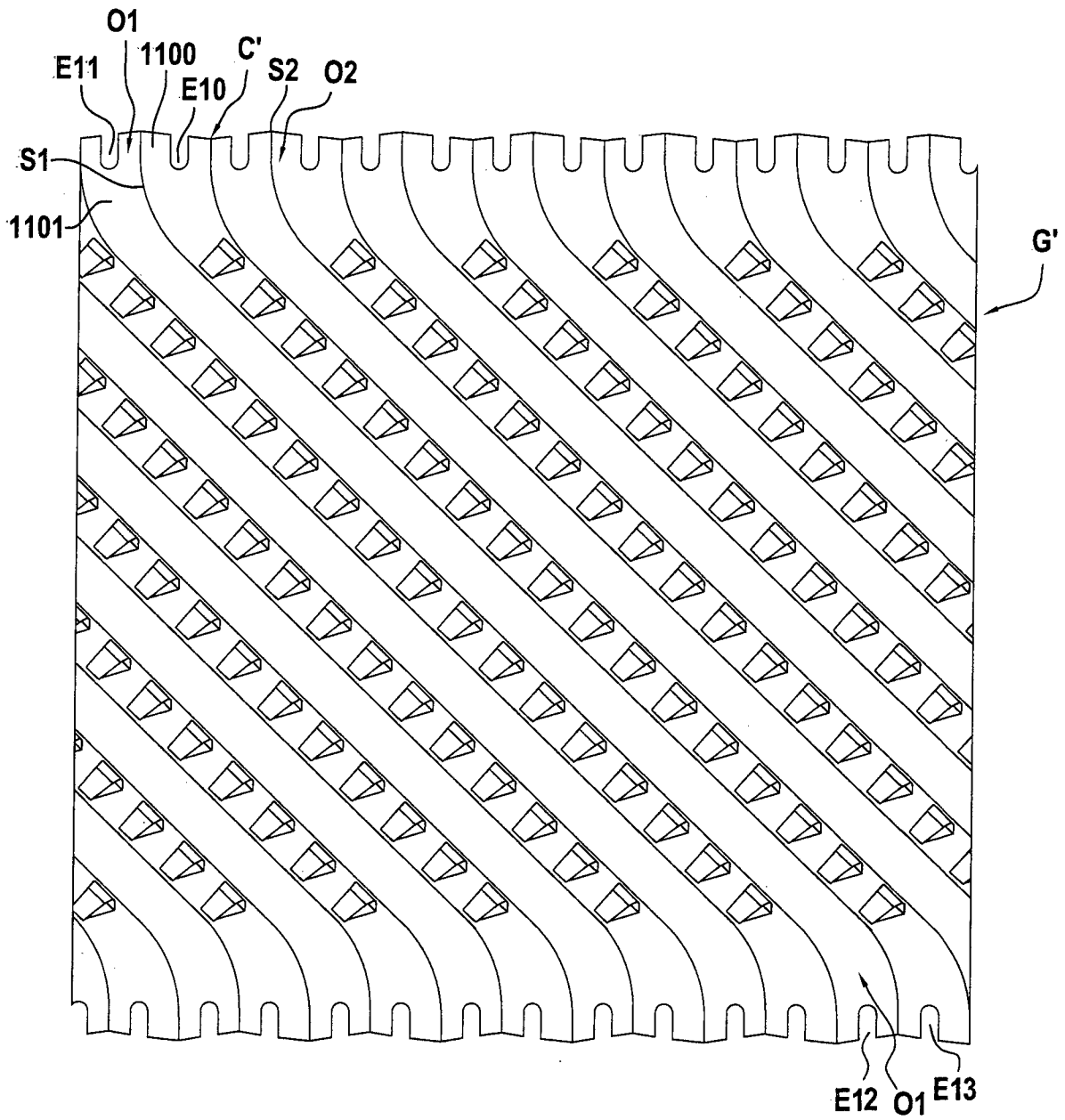


FIG.4