

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication :

2 848 481

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national :

03 14707

51) Int Cl⁷ : B 21 D 28/26, H 01 M 4/74, B 01 D 39/12, B 01 J 32/00, 35/04

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 16.12.03.

30) Priorité : 17.12.02 JP 02364607; 15.10.03 JP 03355027.

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 18.06.04 Bulletin 04/25.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : HITACHI MAXELL LTD Sociedad anónima — JP et KUSHIBE MANUFACTURING CO., LTD — JP.

72) Inventeur(s) : FUKUNAGA HIROSHI, KISHIMI MITSUHIRO, MORISHIMA MASAO et YAMASHITA TOSHIHIKO.

73) Titulaire(s) :

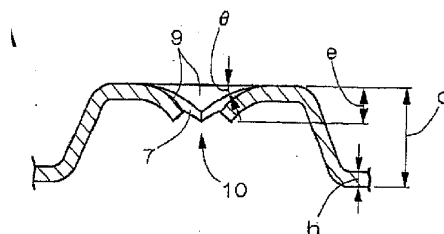
74) Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54) CORPS MÉTALLIQUE POREUX POUR ELECTRODES ET FILTRES.

57) L'invention concerne un corps métallique poreux.

Elle se rapporte à un corps métallique poreux qui comprend des saillies formées au recto et au verso d'une feuille métallique afin qu'elles dépassent en alternance des deux côtés, chacune des saillies ayant une forme de tronc de pyramide angulaire telle qu'une surface d'un fond du côté supérieur est inférieure à une surface d'un fond du côté inférieur de la saillie, dans lequel une partie d'ouverture (10) ayant une forme de polygone en plan, est formée dans le fond du côté supérieur de chaque saillie, et la distance verticale (d) entre le fond du côté supérieur au recto et le fond du côté supérieur au verso, et la hauteur (e) de la partie poinçonnée présentent la relation $0,3 < e/d < 0,9$.

Application aux piles, accumulateurs et filtres.



FR 2 848 481 - A1



La présente invention concerne un corps métallique poreux qui peut être utilisé comme électrodes de dispositifs électrochimiques, tels que des piles ou accumulateurs et des condensateurs, ainsi que pour divers matériaux de filtre.

5 Dans le domaine par exemple des dispositifs électriques et électrochimiques, tels que les condensateurs et les piles à combustible, on utilise des corps poreux métalliques bidimensionnels ou tridimensionnels comme matériaux de base d'électrodes. Des corps métalliques poreux semblables sont
10 aussi utilisés comme matériaux de divers filtres, tels que des filtres à air et des filtres de brouillard d'huile. Des exemples de tels corps poreux métalliques bidimensionnels sont par exemple des feuilles d'acier ayant des pores, obtenues sous forme de "perforations du métal", obtenues par
15 perforation de feuilles métalliques, par exemple des feuilles de cuivre et d'acier, et expansion des métaux par étirage et mise sous forme d'une grille.

Un exemple de corps métallique poreux tridimensionnel est constitué par les mousses métalliques. De façon générale,
20 les mousses métalliques sont créées par des étapes de dépôt d'un métal, tel que le nickel, sur une mousse d'uréthane ayant des pores en forme de réseau, par frittage de l'ensemble revêtu en atmosphère ambiante réductrice, et par enlèvement de la mousse d'uréthane. Des métaux sous forme
25 d'étoffe peuvent aussi être réalisés dans des étapes analogues dans lesquelles un dépôt est réalisé sur une étoffe constituée d'un non-tissé, ou par exemple par tricotage de minces fibres de "Nylon" ou analogues.

Pour qu'il puisse être utilisé comme matériau de base
30 d'électrodes dans les dispositifs électrochimiques, tels que des piles et accumulateurs, les corps poreux doivent être réalisés afin qu'ils permettent une extraction facile de l'électricité. De manière classique, des corps métalliques poreux tridimensionnels, tels que les mousses de métaux,
35 sont en général utilisés. Cependant, les corps métalliques poreux tridimensionnels sont relativement coûteux à cause de l'utilisation d'uréthane, par rapport à des corps métalliques poreux bidimensionnels. En outre, les étapes de

traitement comprenant le frittage introduisent des coûts élevés de fabrication. De plus, les corps métalliques poreux tridimensionnels nécessitent une résistance mécanique élevée par augmentation des dimensions des fibres et des squelettes, si bien que le poids est accru, avec réduction de la quantité de substance active de remplissage et de la capacité des piles et accumulateurs.

Pour la solution de ces problèmes dans le cas de l'utilisation d'un tel corps métallique poreux tridimensionnel du type décrit comme matériau de base d'électrode, un document de brevet 1, la demande publiée et non examinée de brevet japonais JP-9-25 991 (1997), propose la fixation d'un matériau de base ayant des fibres métalliques à des parties supérieure et inférieure d'une feuille métallique utilisée pour un collecteur électrique. Un document de brevet 2, la demande publiée et non examinée de brevet japonais JP-10-106 580 (1998) propose un procédé de fabrication dans lequel une feuille métallique destinée à un matériau de base subit une pression d'enfoncement dans une opération de gaufrage qui forme des bavures à des sommets individuels de parties concaves et convexes. Le document de brevet 3, la demande publiée et non examinée de brevet japonais JP-9-7 603 (1997) propose l'utilisation d'un matériau de base formé d'une feuille métallique ondulée.

Cependant, dans le cas où une feuille métallique subit une pression dans une opération de gaufrage destinée à former des parties concaves et convexes et dans le cas où une feuille métallique est ondulée, des bavures et des parties convexes à bords nets risquent d'être formées à la surface du matériau de base. En outre, dans le cas de la formation de parties de bord à la surface du matériau de base, il est difficile d'obtenir une fabrication du matériau de base terminée en une seule étape. En d'autres termes, dans le cas précité, il faut au moins deux étapes de traitement pour former les parties concaves et convexes, puis pour former les bavures ou ondulations. Lorsque le nombre d'étapes d'usinage est ainsi accru, le matériau de base accumule des contraintes et risque donc de se fracturer,

avec une réduction correspondante du rendement de production. Pour que les contraintes puissent être évitées, il faut un traitement thermique supplémentaire qui augmente encore le coût de fabrication. En outre, lors de la fabrication d'un matériau continu de base, celui-ci doit être enroulé. Cependant, lorsque la surface du matériau a des ondulations et/ou des saillies possédant des bords, le matériau risque de s'accrocher sur lui-même pendant l'enroulement, avec une réduction du rendement de fabrication. Simultanément, il faut prendre des précautions lors de la manutention du matériau de base réalisé.

L'invention a pour objet un corps métallique poreux qui a une structure tridimensionnelle en coupe, qui n'a pas du tout de bavures ou de parties de bords convexes à la surface externe, qui comprend un grand nombre de pores fins placés avec un petit pas, et qui a un squelette léger et robuste.

Comme représenté sur les figures 1 à 3, l'invention concerne un corps métallique poreux 1 ou matériau de base qui possède un grand nombre de parties d'ouverture indépendantes 8 formées par emboutissage d'une feuille métallique plane 2. Le corps métallique poreux 1 a un grand nombre de saillies 3 formées au recto et au verso de la feuille métallique 2 afin qu'elles dépassent en alternance. Chacune des saillies 3 a une forme de tronc de pyramide angulaire, dans lequel la surface du fond 5 du côté supérieur (partie de saillie) est plus petite que la surface du fond 6 du côté inférieur. Une partie d'ouverture 8 ayant une forme de polygone en plan et poinçonnée dans la direction du fond 5 du côté supérieur vers le fond 6 du côté inférieur est formée dans le fond du côté supérieur 5 de chaque saillie 3. Lorsque la distance comprise entre le fond du côté supérieur 5 au recto et le fond du côté supérieur 5 au verso en direction verticale, c'est-à-dire l'épaisseur du corps métallique poreux 1, est égale à d et la hauteur de la partie poinçonnée est égale à e , on a la relation $0,3 < e/d < 0,9$. Dans ce cas, le fait que "la partie d'ouverture 8 a la forme d'un polygone en plan" est une expression indiquant qu'il existe une partie d'ouverture ayant une forme pratiquement

en polygone avec des angles partiellement arrondis, c'est-à-dire qu'il s'agit d'une partie d'ouverture ayant une forme globale de polygone.

Comme représenté sur la figure 4, l'invention concerne aussi un corps métallique poreux 1 ayant un grand nombre de parties indépendantes d'ouverture 8 formées de manière qu'une feuille métallique plane 2 de forme rectangulaire ayant des petits côtés et des grands côtés soit transmise dans la direction du grand côté vers un espace opposé S d'une paire de rouleaux de gaufrage 12a et 12b, et subisse l'emboutissage. Comme indiqué sur les figures 1 et 7, le corps métallique poreux 1 comprend un grand nombre de saillies 3 dépassant en alternance au recto et au verso de la feuille métallique 2. Chacune des saillies 3 a une forme de tronc de pyramide en losange telle que la surface d'un fond 5 du côté supérieur (partie en saillie) est inférieure à une surface du fond 6 de côté inférieur. Une partie 8 d'ouverture en forme de rhomboïde en plan, poinçonnée dans la direction du fond 5 du côté supérieur vers le fond 6 du côté inférieur, est formée dans le fond 5 du côté supérieur de chaque saillie 3. La partie 8 d'ouverture est constituée d'une petite partie concave 9 en forme de pyramide concave dans une partie centrale du fond du côté supérieur 5, et d'une ouverture 10 en forme de lame de couteau en croix dirigée vers les parties des quatre coins du fond du côté supérieur dans la partie centrale de la petite partie concave 9, la petite partie concave 9 étant formée avec une configuration analogue à des pétales s'écartant vers le bas, avec quatre pièces en forme de pétales. La direction d'allongement de l'une des deux diagonales (i et j) reliant individuellement les sommets opposés du rhomboïde de la saillie 3 correspond à la direction du grand côté du corps métallique poreux 1.

Comme représenté sur la figure 4, l'invention concerne aussi un corps métallique poreux 1 ayant un grand nombre de parties indépendantes d'ouvertures 8 formées de manière qu'une feuille métallique plane 2 en forme de rectangle ayant des petits côtés et des grands côtés avance dans la

direction du grand côté vers un espace S de deux rouleaux de gaufrage placés en regard 12a et 12b, et subisse ainsi un emboutissage. Comme représenté sur les figures 1 et 9, le corps métallique poreux 1 comprend un grand nombre de saillies 3 dépassant en alternance au recto et au verso de la feuille métallique 2. Chacune des saillies 3 a une forme de tronc de pyramide triangulaire, la surface d'un fond d'extrémité supérieure 5 (partie de saillie) étant inférieure à celle du fond du côté inférieur 6. Une partie 8 d'ouverture ayant une forme de triangle en plan et poinçonnée dans la direction du fond du côté supérieur 5 vers le fond du côté inférieur 6 est formée au fond du côté supérieur 5 de chaque saillie 3. La partie 8 d'ouverture est formée d'une petite partie concave 9 en pyramide de section triangulaire concave à la partie centrale du fond 5 du côté supérieur, et une ouverture 10 en forme de couteau triangulaire dirigée vers les trois parties de coin du fond du côté supérieur 5 dans la partie centrale de la petite partie concave 9, la petite partie concave 9 ayant une forme de pétales s'écartant vers le bas, avec trois pièces en forme de pétales. Une direction d'allongement d'un côté du triangle de la saillie 3 correspond à la direction du grand côté (n) du corps métallique poreux 1.

Dans chacun des motifs représentés sur les figures 7 et 9 aussi, sur lesquelles la distance comprise entre le fond du côté supérieur 5 au recto et le fond du côté supérieur 5 au verso en direction verticale, c'est-à-dire l'épaisseur du corps métallique poreux 1, est égale à d et la hauteur de la partie de pétales poinçonnée est égale à e, la relation $0,3 < e/d < 0,9$ est de préférence obtenue.

De préférence, l'épaisseur h de la feuille métallique 2 avant traitement est comprise entre 10 et 50 μm . L'épaisseur d du corps métallique poreux 1 ayant les saillies 3 est de préférence comprise entre 0,06 et 1,2 mm. La feuille métallique 2 a de préférence un poids surfacique compris entre 50 et 450 g/m^2 . Comme représenté sur la figure 1a, l'angle θ d'une partie poinçonnée vers le bas dans la saillie

3 et d'une partie plate du fond du côté supérieur est de préférence supérieur à 0° et inférieur à 90°.

Lors de la fabrication du corps métallique poreux 1, des rouleaux 12a et 12b de structure spéciale sont utilisés
5 comme paire de rouleaux de gaufrage 12a et 12b pour l'embou-
tissage d'une feuille métallique 2 comme représenté sur les
figures 4, 5A et 5B. A la surface de chacun des rouleaux de
gaufrage 12a et 12b, de grands nombres de parties convexes
et concaves 14 et 15 en tronc de pyramide angulaire sont
10 disposées en alternance dans les directions longitudinale et
latérale sous forme d'une matrice. Une fine partie concave
17 en forme de pyramide à section polygonale est formée de
manière concave dans la partie centrale de la partie convexe
14. Une fine partie convexe 18 en forme de lame de couteau
15 en croix multidirectionnelle ayant plusieurs sommets tournés
vers des parties de coin de la partie concave 15, en plan,
est formée à la partie centrale de la partie concave 15. Une
partie d'arête raccordant chacun des sommets à une partie de
20 sommet de saillie au centre est formée avec un bord de
coupe. Comme l'indique la figure 6, les parties convexes et
concaves 14 et 15 et les fines parties concaves et convexes
17 et 18 des deux rouleaux de gaufrage 12a et 12b sont
disposées en alternance. Ces rouleaux de gaufrage 12a et 12b
sont entraînés en rotation en sens opposés dans un état tel
25 que les parties convexes et concaves 14 et 15 coopèrent avec
les fines parties concaves et convexes 17 et 18.

Comme représenté sur la figure 4, par avance de la
feuille métallique 2 dans l'espace S des rouleaux de
gaufrage 12a et 12b, un gaufrage est réalisé pour la
30 formation des saillies 3 en tronc de pyramide angulaire avec
les parties concaves et convexes supérieures et inférieures
14 et 15 qui dépassent en alternance au recto et au verso de
la feuille métallique 2. Simultanément, le fond du côté
supérieur 5 de chaque saillie 3 est percé par la fine partie
35 convexe 18, et la partie d'ouverture pyramidale polygonale
8 poinçonnée du fond du côté supérieur 5 vers le fond du
côté inférieur 6 est réalisée.

Plus précisément, comme l'indique la figure 4, le corps métallique 1 a une forme de rectangle ayant des petits côtés et des grands côtés et avance dans la direction du grand côté vers l'espace formé entre les rouleaux de gaufrage 12a et 12b. Comme l'indiquent les figures 8A et 8B, des parties convexes et concaves 14 et 15 formées aux surfaces des rouleaux de gaufrage 12a et 12b ont chacune une forme de tronc de pyramide de section en rhomboïde. Une fine partie concave 17 en pyramide rhomboïdale est formée de manière concave à la partie centrale de la partie convexe 14. Dans une partie centrale de chaque partie concave 15 est formée sous forme convexe une fine partie convexe 18 ayant la forme d'une lame en croix (lame à quatre directions) ayant quatre sommets formés vers les parties de coin de la partie concave 15 en plan. Les parties convexes et concaves 14 et 15 sont formées chacune de manière que la direction d'allongement de l'une des deux diagonales reliant individuellement des sommets mutuellement opposés du rhomboïde de chacune des parties convexes et concaves 14 et 15 corresponde à la direction du grand côté de la feuille métallique 2, c'est-à-dire la direction d'avance de la feuille métallique 2 vers les rouleaux de gaufrage 12a et 12b.

Ensuite, comme l'indique la figure 4, lorsque la feuille métallique 2 avance vers un espace S d'emprise des rouleaux de gaufrage 12a et 12b comme indiqué sur la figure 7, les saillies 3 en tronc de pyramide qui dépassent en alternance au recto et au verso de la feuille métallique 2 sont formées avec une attitude telle que la direction d'allongement de l'une des deux diagonales (i et j) reliant individuellement les sommets opposés du rhomboïde de la saillie 3 corresponde à la direction du grand côté du corps métallique 2.

En outre, comme l'indique la figure 4, la disposition peut être telle qu'un corps métallique 1 a une forme rectangulaire ayant des petits côtés et des grands côtés, et avance dans la direction du grand côté vers un espace d'emprise S de deux rouleaux de gaufrage 12a et 12b, puis, comme indiqué sur les figures 10A et 10B, les parties

convexes et concaves 14 et 15 formées aux surfaces des rouleaux de gaufrage 12a et 12b ont chacune une forme de tronc de pyramide de section triangulaire. Dans ce cas, à une partie centrale de chaque partie convexe 14, une fine
5 partie concave 15 en pyramide de section triangulaire est formée à la partie centrale de chaque partie convexe 14. Dans une partie centrale de la partie concave 15 est formée une fine partie convexe 18 en forme de couteau à trois lames ayant trois sommets formés vers les parties de coin de la
10 partie concave 15 en plan. Les parties convexes et concaves 14 et 15 sont formées chacune de manière que l'une des directions d'allongement d'un côté du triangle de chacune des parties convexes et concaves 14 et 15 corresponde à la direction du grand côté de la feuille métallique 2, c'est-à-
15 dire la direction d'avance de la feuille métallique 2 vers les rouleaux de gaufrage 12a et 12b.

Lorsque la feuille métallique 2 avance vers l'espace S des rouleaux 12a et 12b, les saillies 3 en tronc de pyramide de section triangulaire qui dépassent en alternance
20 au recto et au verso de la feuille métallique 2 sont formées chacune avec une attitude telle qu'une direction d'allongement d'un premier côté (n) du triangle de la saillie 3 en tronc de pyramide triangulaire correspond à la direction du grand côté du corps métallique 2.

25 Un avantage du corps métallique poreux selon l'invention, tel que représenté sur la figure 1, est que l'opération de gaufrage est réalisée au recto et au verso de manière que les saillies 3 soient opposées, et que les parties d'ouverture 8 soient réalisées individuellement dans
30 les parties centrales des saillies 3 si bien que le corps métallique poreux 1 a un rapport élevé d'espaces. Ainsi, lorsque le corps métallique poreux 1 est utilisé comme matériau de base d'électrode, beaucoup de pâte contenant une substance active peut être appliquée pour contribuer à
35 l'augmentation de la capacité de la pile ou de l'accumulateur. En outre, le rapport d'utilisation de la substance active peut être accru si bien que la capacité de collecte d'électricité peut être accrue.

Comme représenté sur la figure 2, le fond 5 du côté supérieur (partie de saillie, c'est-à-dire face d'extrémité convexe) de la saillie 3 en tronc de pyramide rectangulaire a la forme d'un tronc de pyramide angulaire de surface inférieure à celle du fond 6 du côté inférieur. De cette manière, une pâte contenant un mélange (simplement appelé "pâte" dans la suite) peut facilement pénétrer dans la saillie 3 et le taux de remplissage de pâte peut être accru. Grâce à la formation de la partie 8 d'ouverture de la surface supérieure dans la saillie 3 sous forme d'un pore polygonal (par exemple la partie 8 d'ouverture de la surface supérieure a la forme d'un pore rectangulaire), la partie 8 d'ouverture de la surface supérieure peut être formée largement si bien que la quantité et le rendement de remplissage peuvent être accrus.

Grâce à la formation par poinçonnage de la bavure poinçonnée 7 depuis le fond 5 du côté supérieur vers le fond 6 du côté inférieur, une partie métallique convexe aiguïlée n'est pas formée à la surface du corps métallique poreux 1, si bien que des problèmes tels que la fracture du corps métallique poreux 1 accroché par une lame de raclage lors du revêtement continu d'une pâte contenant la substance active et/ou l'impossibilité d'un revêtement uniforme ne peuvent pas se poser. En outre, le rapport e/d peut être réglé entre 0,3 et 0,9 pour la relation entre l'épaisseur d du matériau de base 1 et la hauteur e de la partie poinçonnée. Si le rapport n'est pas ainsi réglé, l'extrémité de la bavure poinçonnée 7 formée dans la direction du fond du côté supérieur 5 de la saillie 3 vers le fond du côté inférieur 6 peut dépasser de façon imprévue à la surface externe du fond du côté inférieur 6, suivant l'angle de mise en forme, la longueur et des facteurs analogues. Si le rapport e/d est inférieur ou égal à 0,3, la distance à la substance active est accrue si bien que le rendement de collecte électrique est réduit. Lorsque le rapport e/d dépasse 0,9, il peut arriver que la bavure poinçonnée 7 soit accrochée pendant la manipulation et provoque ainsi une réduction du rendement de travail et une détérioration du rendement de production.

L'épaisseur de la feuille métallique 2 constituant le corps métallique poreux 1 est de préférence comprise entre 10 et 50 μm . Lorsque l'épaisseur est inférieure à 10 μm , la résistance mécanique du corps métallique poreux 1 après traitement est faible si bien qu'il n'est pas possible d'obtenir un squelette robuste. Lorsque l'épaisseur dépasse 50 μm , le volume de la partie métallique dans le corps métallique poreux 1 est important après la formation si bien que le facteur de remplissage par la substance active est réduit et provoque une réduction de la capacité de l'accumulateur ou de la pile.

L'épaisseur d du corps métallique poreux 1 ayant les saillies 3 en tronc de pyramide rectangulaires est de préférence comprise entre 0,06 et 1,2 mm. Lorsque l'épaisseur est inférieure à 0,06 mm, une quantité suffisante de substance active ne peut pas être chargée à cause des étapes de traitement à la presse, à la calandre ou analogues après le remplissage de la substance active. Lorsque l'épaisseur dépasse 1,2 mm, la distance comprise entre la substance active et la feuille métallique 2 augmente si bien que le rapport d'utilisation de la substance active est réduit, et que la capacité de l'accumulateur ou de la pile est réduite.

Le poids de la feuille métallique 2 est déterminé comme étant compris entre 50 et 450 g/m^2 . Lorsqu'il est inférieur à 50 g/m^2 , il n'est pas possible d'obtenir une résistance mécanique suffisante pour une électrode de cellule électrochimique. Lorsque le poids dépasse 450 g/m^2 , le poids de la partie métallique après formation est tel que la quantité de substance active remplie est réduite. En conséquence, le poids de la feuille métallique 2 est déterminé comme étant compris entre 50 et 450 g/m^2 et de préférence entre 75 et 425 g/m^2 .

L'angle θ formé par une partie poinçonnée vers le bas de la saillie 3 et une partie plate du fond du côté supérieur 5 est de préférence supérieur à 0° et inférieur à 30° . L'angle de 0° indique que la partie d'ouverture 8 n'est pas poinçonnée. Lorsque l'angle θ est réglé à 20° , la porosité peut être accrue, le rendement de remplissage par la

substance active peut être accru, le rapport d'utilisation de la substance active peut être accru, et le corps métallique poreux 1 peut être utilisé comme matériau de base d'électrode de dispositif électrochimique tel que les accumulateurs et piles ainsi que les condensateurs et analogues. Lorsque l'angle est réglé à plus de 90° , il est difficile d'effectuer la mise en forme du corps métallique poreux 1, ou les coûts nécessaires de mise en oeuvre sont accrus, si bien que les coûts de fabrication sont accrus. De plus, le rapport d'utilisation de la substance active chargée dans la partie centrale de la partie poinçonnée est réduit, si bien que le corps métallique poreux 1 ne convient pas comme matériau de base d'électrode des dispositifs électrochimiques.

Comme l'indique la figure 7, dans le cas où chaque saillie 3 a une forme de tronc de pyramide rhomboïdale, lorsque la direction d'allongement de l'une des deux diagonales (i, j) reliant individuellement les sommets opposés de la saillie 3 (direction d'allongement de la diagonale j sur la figure 7) correspond à la direction du grand côté de la feuille métallique 2 (corps métallique poreux 1), c'est-à-dire la direction d'avance du corps métallique 1, constituant le matériau de base, vers l'espace S formé entre les rouleaux de gaufrage 12a et 12b, les directions d'allongement des côtés individuels constituant la saillie 3 en forme de rhomboïde ne correspondent pas à la direction d'avance du corps métallique 1 vers les rouleaux 12a et 12b. Pour cette raison, par rapport au cas dans lequel, comme l'indique la figure 2, les directions d'allongement des côtés individuels constituant la saillie de forme rectangulaire 3 correspondent à la direction d'avance du corps métallique 1 vers les rouleaux de gaufrage 12a et 12b, une force qui s'exerce pendant l'emboutissage sur la feuille métallique 2 dans la direction du grand côté, se disperse, avec de cette manière réduction de la force à une valeur aussi basse que possible. En conséquence, la feuille métallique 2 ne peut pas être allongée intempestivement dans la direction du grand côté, et le corps métallique poreux 1 peut être fabriqué avec une grande précision dimensionnelle. Simultanément, par exemple,

le corps métallique poreux 1 ne peut pas présenter un gauchissement, et le corps métallique poreux 1 ne peut pas se casser parce que les parties d'ouverture 8 sont agrandies.

Comme l'indique la figure 9, dans le cas où chaque saillie 3 est un tronc de pyramide triangulaire, la direction d'allongement d'un côté (direction d'allongement du côté n sur la figure 9) du triangle de la saillie 3 correspond à la direction du grand côté de la feuille métallique 2 (corps métallique poreux 1), c'est-à-dire la direction d'avance du corps métallique 1, constituant le matériau de base, vers l'espace opposé S de l'emprise des rouleaux de gaufrage 12a et 12b. Ainsi, comme dans le cas de la figure 7, dans le second mode de réalisation décrit, la force appliquée à la feuille métallique 2 pendant l'emboutissage pour l'allongement de la feuille métallique 2 dans la direction de son grand côté est répartie si bien que la force peut être réduite à une valeur aussi faible que possible. En conséquence, la feuille métallique 2 ne peut pas s'allonger intempestivement dans la direction du grand côté, et le corps métallique poreux 1 peut être fabriqué avec une grande précision dimensionnelle. Simultanément, par exemple, le corps métallique poreux 1 ne peut pas présenter un gauchissement et ne peut pas se casser du fait de l'agrandissement des parties d'ouverture 8.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'exemples de réalisation, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est une coupe verticale en élévation latérale d'un corps métallique poreux selon l'invention ;

la figure 1a est un agrandissement de la partie cerclée de la figure 1 ;

la figure 2 est une vue agrandie en plan d'une partie du corps métallique poreux du premier mode de réalisation ;

la figure 3 est une photographie (grandissement 20) d'une surface du matériau de base dans une direction diagonale, représentant l'état concave et convexe d'un matériau de base réalisé dans le premier mode de réalisation ;

la figure 4 est une vue utile pour la description d'un procédé de fabrication du corps métallique poreux selon l'invention ;

5 la figure 5A est une vue agrandie en plan d'une partie des rouleaux de gaufrage, et la figure 5B une coupe suivant la ligne A-A de la figure 5A ;

la figure 6 est une coupe agrandie d'une partie opposée d'une paire de rouleaux de gaufrage ;

10 la figure 7 est une vue agrandie en plan d'une partie d'un corps métallique poreux dans un second mode de réalisation de l'invention ;

la figure 8A est une vue agrandie en plan d'une partie de rouleau de gaufrage et la figure 8B une coupe suivant la ligne B-B de la figure 8A ;

15 la figure 9 est une vue agrandie en plan d'une partie d'un corps métallique poreux dans un troisième mode de réalisation de l'invention ; et

la figure 10A est une vue agrandie en plan d'une partie des rouleaux de gaufrage et la figure 10B une coupe suivant la ligne C-C de la figure 10A.

Premier mode de réalisation

Les figures 1 à 3 illustrent un premier mode de réalisation dans lequel un corps métallique poreux selon l'invention est adapté à la constitution de matériaux de base d'électrode pour divers dispositifs électrochimiques tels que des accumulateurs ou piles. Comme représenté sur les figures 1 et 2, un corps métallique poreux 1 est formé par emboutissage à la presse d'une feuille métallique 2 formée d'un matériau original, par exemple de fer, d'acier inoxydable, de nickel, de cuivre ou d'aluminium. Au recto et au verso de la feuille métallique 2, un grand nombre de saillies 3 en tronc de pyramide rectangulaires sont formées afin qu'elles dépassent en alternance. Dans le cas considéré, on utilise une feuille d'acier SPCC ayant une épaisseur h de 25 μm , et les saillies 3 en tronc de pyramide rectangulaires sont formés chacune d'un fond d'un côté supérieur 5 et d'un fond de côté inférieur 6 disposées suivant une matrice au recto et au verso de la feuille d'acier.

Les saillies 3 sont formées chacune avec une configuration de tronc de pyramide carrée telle que la surface du fond du côté supérieur 5 (partie de saillie) est inférieure à celle du fond du côté inférieur 6, les longueurs longitudinale et latérale du fond 6 du côté inférieur étant de 1,13 mm et les longueurs longitudinale et latérale (a et b) du fond 5 du côté supérieur étant de 0,65 mm ($a = b = 0,65$ mm).

Au fond 5 du côté supérieur de chaque saillie 3, un pore de forme rectangulaire 8 (partie d'ouverture) ayant une bavure poinçonnée 7 vers le fond du côté inférieur 6 et ayant une partie d'ouverture du côté supérieur dont la forme est carrée est présent. Plus précisément, la partie d'ouverture 8 est formée d'une petite partie concave 9 qui a une forme concave dans une partie centrale du fond 5 du côté supérieur, et d'une ouverture 10 en forme de lame en croix (croix aiguisée) vers le fond du côté inférieur 6 dans la partie centrale de la petite partie concave 9. La petite partie concave 9 a une forme analogue à des pétales qui s'écartent sous forme de quatre pièces en forme de pétales. Dans ce mode de réalisation, les dimensions longitudinale et latérale de la partie 8 d'ouverture, c'est-à-dire les dimensions longitudinale et latérale de la petite partie concave 9, sont de 0,65 x 0,65 mm.

Comme représenté sur la figure 1a, dans le cas considéré, l'épaisseur d du matériau de base 1 comprenant la saillie 3 avec les surfaces du recto et du verso est de 0,44 mm. La hauteur e de la partie poinçonnée, délimitée par une partie plate du fond du côté supérieur 5 et une partie d'extrémité inférieure de la bavure 7, est égale à 0,24 mm et le rapport e/d est égal à 0,55. Le poids de la feuille métallique 2 après la formation des saillies est égal à 215 g/m².

Comme représenté sur la figure 4, le matériau de base 1 ayant le corps tridimensionnel décrit précédemment peut être fabriqué par avance de la feuille métallique 2 afin qu'elle passe par un espace S d'emprise formé entre des rouleaux supérieur et inférieur 12a et 12b de gaufrage qui tournent en sens opposés. Dans ce cas, comme l'indiquent les

figures 5A et 5B, à la surface de chaque rouleau 12a et 12b de gaufrage, de grands nombres de parties convexes 14 et de parties concaves 15 sont formées en alternance dans les directions longitudinale et latérale sous forme matricielle.

5 Chacune des parties convexes 14 a une forme convexe de tronc de pyramide rectangulaire qui s'évase vers le bas, et une fine partie concave 17 en tronc de pyramide rectangulaire est formée de manière concave à la partie centrale d'une partie convexe 20 de la partie convexe 14. Chacune des

10 parties concaves 15 est mise à une forme concave dans la forme de tronc de pyramide rectangulaire qui s'évase vers le haut et, dans une partie centrale d'une partie creusée 21 est formée une fine partie convexe 18 en forme de lame de couteau en croix ayant quatre sommets formés vers des parties

15 de coin de la partie concave 15 dans une vue en plan. Une partie d'arête raccordant chacun des sommets de la fine partie convexe 8 à la partie de sommet de saillie au centre est formée par un bord de coupe. Les parties convexes et concaves 14 et 15 sont formées chacune sous forme d'un carré

20 ayant des côtés longitudinal et latéral de 1,13 x 1,13 mm en plan. Les fines parties concaves et convexes 17 et 18 sont formées chacune par un carré de 0,65 x 0,65 mm. Dans le cas considéré, la hauteur de la partie convexe 14 et la profondeur de la partie concave 15 sont chacune de 0,4 mm,

25 et la hauteur de la fine partie convexe 18 et la profondeur de la fine partie concave 17 sont chacune de 0,35 mm.

Comme représenté sur la figure 6, les parties concaves et convexes 14 et 15 et les fines parties concaves et convexes 17 et 18 des rouleaux supérieur et inférieur 12a et

30 12b de gaufrage sont placées en alternance. Plus précisément, la partie concave 15 du rouleau inférieur 12b est en position correspondant à la partie convexe 14 du rouleau supérieur 12a et, de même, la fine partie concave 17 du rouleau inférieur 12b est en position correspondant à la

35 fine partie convexe 18 du rouleau supérieur 12a. Ainsi, l'espace S formé entre les rouleaux supérieur et inférieur 12a et 12b de gaufrage a un profil à denture ondulée dans lequel les parties convexes et concaves supérieures et

inférieures 14 et 15 peuvent coopérer avec les fines parties concaves et convexes 17 et 18.

Comme représenté sur la figure 4, lorsque la feuille métallique 2 avance dans l'espace S d'emprise des deux rouleaux de gaufrage 12a et 12b, l'opération de gaufrage ou emboutissage est réalisée pour la formation des saillies individuelles 3 en tronc de pyramide rectangulaires à l'aide des parties convexes et concaves 14 et 15 qui dépassent en alternance au recto et au verso de la feuille métallique 2. Simultanément, la petite partie concave 9 en tronc de pyramide rectangulaire est formée dans chaque saillie 3 et la partie centrale de la petite partie concave 9 est percée de la fine partie convexe 18, et l'ouverture 10 en lame en croix est ainsi formée. La petite partie concave 9 a une forme ayant des pétales qui s'évasent sous forme de quatre bavures délimitant des pétales.

La figure 3 est une photographie (grandissement 20) de la surface du matériau de base 1, prise en direction diagonale, destinée à représenter l'état concave et convexe de la surface du matériau de base 1 obtenu de la manière décrite précédemment. Sur la photographie, le matériau de base 1 est représenté avec huit parties d'ouverture 8 placées suivant une matrice avec un petit pas. Dans ce cas, on peut noter qu'une partie convexe aiguisée en forme de bavure ou analogue n'est pas du tout présente à la surface. Par ailleurs, les figures 1 et 2 représentent schématiquement des états dans lesquels les saillies 3 sont formées au recto et au verso de la feuille 2 (feuille d'acier SPCC), les dimensions des parties individuelles n'étant pas indiquées avec précision.

Comme décrit précédemment, dans le matériau de base 1 qui constitue le corps métallique poreux du mode de réalisation considéré, l'opération de gaufrage est exécutée au recto et au verso de manière que les saillies 3 soient opposées et les parties d'ouverture 8 sont disposées individuellement aux parties centrales des saillies 3, si bien que, lorsque la feuille métallique 2 a par exemple une épaisseur de 25 μm , une structure tridimensionnelle pouvant

avoir une épaisseur d'environ 440 μm (d, voir figure 1a) peut être formée. Ceci permet l'obtention d'un matériau de base 1 ayant un rapport d'espace élevé si bien que la capacité d'un accumulateur ou d'une pile peut être accrue grâce au revêtement d'une quantité importante de pâte contenant une substance active. En outre, le rapport d'utilisation de la substance active peut être accru, et la capacité collectrice d'électricité peut être accrue. Le fond 5 du côté supérieur (partie de saillie, c'est-à-dire face d'extrémité convexe) de la saillie 3 en tronc de pyramide rectangulaire est sous forme d'un tronc de pyramide angulaire ayant une surface inférieure à celle du fond du côté inférieur 6. De cette manière, une pâte formant un mélange (appelé simplement dans la suite "pâte") peut être facilement introduite dans la saillie 3 et le taux de remplissage par la pâte peut être élevé. Les saillies 3 en tronc de pyramide angulaire qui sont adjacentes dépassent en sens opposés au recto et au verso et sont disposées symétriquement au recto et au verso. Ainsi, la quantité de pâte déposée peut être placée uniformément, si bien que le gauchissement éventuel des électrodes dans une étape de mise en forme à la presse lors de la formation des électrodes peut être supprimé et la productivité peut être accrue. Grâce à la formation de la partie 8 d'ouverture à la surface supérieure dans la saillie 3 sous forme d'un pore polygonal (par exemple la partie d'ouverture 8 de la surface supérieure a la forme d'un pore rectangulaire), la partie 8 d'ouverture de la surface supérieure peut être formée largement si bien que la quantité et le rendement de remplissage peuvent être accrus.

En outre, grâce à la mise en forme de la bavure 7 par poinçonnage depuis le fond du côté supérieur 5 vers le fond du côté inférieur 6, une partie métallique convexe aiguisée ne peut pas être formée à la surface du matériau de base 1, et les problèmes de fracture du matériau de base 1 par accrochage par une lame de raclage lors du dépôt en continu de la pâte contenant la substance active et/ou l'impossibilité d'obtention d'une couche uniforme sont évités. De plus, on peut obtenir un avantage car la mise en court-

circuit peut être évitée parce que le matériau de base n'est pas exposé à la surface de l'électrode après la formation. Dans ce cas, le rapport e/d doit être compris entre 0,3 et 0,9, représentant la relation entre l'épaisseur d du matériau de base 1 et la hauteur e de la partie poinçonnée. Dans le cas contraire, l'extrémité de la bavure poinçonnée 7 dans la direction du fond du côté supérieur 5 de la saillie 3 vers le fond du côté inférieur 6 pourrait dépasser de façon imprévue de la surface externe du fond 6, suivant son angle, sa longueur et des facteurs analogues. En outre, lorsque le rapport e/d est inférieur ou égal à 0,3, la distance à la substance active est accrue et réduit le rendement collecteur d'électricité. Lorsque le rapport e/d dépasse 0,9, la bavure 7 peut être accrochée pendant la manipulation et peut ainsi provoquer une réduction du rendement de travail et une détérioration du rendement de fabrication. En conséquence, le rapport e/d est de préférence compris entre 0,3 et 0,9 et plus avantageusement entre 0,4 et 0,8.

L'épaisseur de la feuille métallique 2 est de préférence comprise entre 10 et 50 μm . Lorsqu'elle est inférieure à 10 μm , la résistance mécanique du matériau de base 1 après traitement est faible si bien qu'il n'est pas possible d'obtenir un robuste squelette. Lorsque l'épaisseur dépasse 50 μm , le volume du métal du matériau de base 1 après formation est élevé si bien que le facteur de remplissage par la substance active est réduit et provoque une réduction de la capacité de l'accumulateur ou de la pile.

L'épaisseur d du matériau de base 1 ayant les saillies 3 en tronc de pyramide rectangulaires est de préférence comprise entre 0,06 et 1,2 mm. Lorsque l'épaisseur est inférieure à 0,06 mm, une quantité suffisante de la substance active ne peut pas être chargée puisque des étapes de traitement à la presse, à la calandre ou analogues sont réalisées après le remplissage par la substance active. Lorsque l'épaisseur dépasse 1,2 mm, la distance entre la substance active et la feuille métallique augmente si bien que le rapport d'utilisation de la substance active est

réduit et la capacité de l'accumulateur ou de la pile est réduite.

Le poids de la feuille métallique 2 est déterminé comme étant compris entre 50 et 450 g/m². Si le poids est inférieur à 50 g/m², on ne peut pas obtenir une résistance mécanique suffisante pour une électrode de cellule électrochimique. Si le poids dépasse 450 g/m², le poids de la partie métallique après formation est élevé et la quantité de substance active remplie est réduite. En conséquence, le poids de la feuille métallique 2 est déterminé comme étant compris entre 150 et 450 g/m² et de préférence entre 75 et 425 g/m².

Lors de l'utilisation des rouleaux de gaufrage précités 12a et 12b de forme spéciale pour la réalisation du matériau de base 1, le matériau de base 1 peut être mis en forme en une seule opération d'usinage si bien que les coûts de fabrication peuvent être réduits. Quelle que soit la section lors de la mise en forme tridimensionnelle, comme il n'existe ni bavure ni partie convexe aiguisée qui dépasse, le bobinage est facile et le matériau de base 1 peut être fabriqué avec un rendement élevé de production. Comme une seule étape de mise en forme par emboutissage suffit à la fabrication, des contraintes ne se forment pas facilement si bien que le matériau de base obtenu 1 a un squelette robuste et possède une résistance à la traction élevée.

25 Second mode de réalisation

La figure 7 représente un corps métallique poreux dans un second mode de réalisation. Comme l'indiquent les figures 1 et 7, un corps métallique poreux 1 est réalisé par mise en forme à la presse d'une feuille métallique 2 d'un matériau original tel que le fer, l'acier inoxydable, le nickel, le cuivre ou l'aluminium. Au recto et verso de la feuille métallique 2 sont réalisées de nombreuses saillies 3 en forme de troncs de pyramide de section rhomboïdale destinées à dépasser en alternance sous forme d'une matrice. Dans le cas considéré tel qu'indiqué sur la figure 1, une feuille d'acier SPCC ayant une épaisseur h de 25 µm est utilisée, et les saillies 3 en tronc de pyramide formées chacune entre un fond du côté supérieur 5 et un fond du côté inférieur 6

constituent une matrice au recto et au verso de la feuille d'acier. Les saillies 3 ont chacune la forme d'un tronc de pyramide de section rhomboïdale telle que la surface du fond du côté supérieur 5 (partie en saillie) est plus petite que celle du fond du côté inférieur 6, les longueurs i , j des diagonales du fond du côté inférieur 6 étant $i = 0,8$ mm et $j = 1,0$ mm.

Dans le fond du côté supérieur 5 de chaque saillie 3, une partie 8 d'ouverture en forme de rhomboïde poinçonné du fond du côté supérieur 5 vers le fond du côté inférieur 6 est réalisée. Plus précisément, la partie 8 d'ouverture comporte une petite partie concave 9 formée de manière concave à la partie centrale du fond du côté supérieur 5, et une ouverture 10 en forme de lame en croix (ou de croix aiguisée) poinçonnée vers la partie 6 du côté inférieur et une partie centrale de la petite partie concave 9. La petite partie concave 9 a une forme à pétales constituée par quatre pièces en forme de pétales. Dans ce mode de réalisation, les longueurs des diagonales k et m de la partie d'ouverture 8, c'est-à-dire les longueurs des diagonales k et m de la petite partie concave 9 sont $k = 0,4$ mm et $m = 0,6$ mm. L'épaisseur d du corps métallique poreux 1 est de $0,44$ mm. La hauteur e d'une partie poinçonnée, délimitée par une partie plate du fond 5 du côté supérieur à une partie d'extrémité inférieure de la bavure 7, est de $0,24$ mm, et le rapport e/d est égal à $0,55$. Le poids du corps métallique 1 après formation des saillies est égal à 215 g/m².

En plus de ce qui précède, dans le mode de réalisation considéré, il faut noter que la direction d'allongement de l'une des deux diagonales i et j reliant individuellement les sommets opposés du rhomboïde de la saillie 3 correspond à la direction du grand côté du corps métallique poreux 1. La figure 7 représente un dessin dans lequel la direction d'allongement de la diagonale j correspond à la direction du grand côté du corps métallique poreux 1.

Ainsi, la disposition est telle que l'une des diagonales de la saillie 3 en forme de rhomboïde correspond à la direction du grand côté du corps métallique poreux 1, c'est-

à-dire la direction d'avance du corps métallique 1 qui constitue le matériau de base vers l'espace S d'emprise des rouleaux de gaufrage 12a et 12b. Ainsi, les directions d'allongement des côtés individuels formant la saillie en rhomboïde ne correspondent pas à la direction d'avance du corps métallique 1 dans l'espace S des rouleaux de gaufrage 12a et 12b. Ainsi, par rapport au cas dans lequel, comme représenté sur la figure 2, les directions d'allongement des côtés individuels constituant la saillie 3 en forme de rectangle correspondent à la direction d'avance du corps métallique 1 vers les rouleaux de gaufrage 12a et 12b, une force qui s'exerce sur la feuille métallique 2 pendant l'étape de mise en forme à la presse pour l'allongement de la feuille métallique 2 dans la direction du grand côté est dispersée et permet une réduction de la force à une valeur aussi faible que possible. En conséquence, la feuille métallique 2 ne peut pas s'allonger intempestivement dans la direction du grand côté et le corps métallique poreux 1 peut être réalisé avec une grande précision dimensionnelle. Simultanément par exemple, le corps métallique poreux 1 ne peut pas présenter un plissement et il ne peut pas se casser à cause de l'agrandissement des parties d'ouverture 8.

Comme représenté sur la figure 4, le matériau de base 1 ayant le corps tridimensionnel décrit peut être réalisé par passage de la feuille métallique 2 dans un espace S formé entre les rouleaux supérieur et inférieur 12a et 12b de gaufrage qui tournent en sens opposés. Dans ce cas, comme l'indique la figure 8A, à la surface de chacun des rouleaux de gaufrage 12a et 12b, de grands nombres de parties convexes 14 et de parties concaves 15 sont formées en alternance dans les directions longitudinale et latérale suivant une matrice. Comme l'indique la figure 8B, chacune des parties convexes 14 a une forme convexe de tronc de pyramide rhomboïdale qui s'écarte vers le bas et une fine partie concave 17 en pyramide rhomboïdale est formée de manière concave dans une partie centrale de la partie convexe. Chacune des parties concaves 15 a une forme concave de tronc de pyramide qui s'évase vers le haut et, dans une partie

centrale de la partie creusée 21, est formée une fine partie convexe 18 en lame en croix ayant quatre sommets formés vers les parties de coin de la partie concave 15 en plan. Une partie d'arête reliant les sommets de la fine partie convexe 8 et une partie de sommet de saillie au centre est formée d'un bord de coupe. Les parties convexes et concaves 14 et 15 sont formées chacune de manière que la direction d'allongement de l'une des diagonales reliant individuellement des sommets opposés du rhomboïde de chacune des parties convexes et concaves 14 et 15 corresponde à la direction du grand côté de la feuille métallique 2, c'est-à-dire la direction d'avance de la feuille métallique 2 vers les rouleaux de gaufrage 12a et 12b.

Comme indiqué sur la figure 6, les parties convexes et concaves 14 et 15 et les fines parties concaves et convexes 17 et 18 des rouleaux supérieur et inférieur 12a et 12b de gaufrage sont disposées en alternance. Plus précisément, la partie concave 15 du rouleau inférieur 12b a une position correspondant à celle de la partie convexe 14 du rouleau supérieur 12a et, de même, la fine partie concave 17 du rouleau inférieur 12b a une position qui correspond à celle de la fine partie convexe 18 du rouleau supérieur 12a. Ainsi, l'espace S formé entre les rouleaux supérieur et inférieur 12a et 12b de gaufrage a un profil de dents ondulées dans lequel les parties convexes et concaves 14 et 15 peuvent être en coopération avec les fines parties concaves et convexes 17 et 18.

Comme l'indique la figure 4, lorsque la feuille métallique 2 est transmise à l'espace S des rouleaux 12a et 12b de gaufrage, les saillies 3 en forme de troncs de pyramide rhomboïdale sont formées au recto et au verso de la feuille métallique 2 comme indiqué sur la figure 7. A ce moment, les saillies 3 sont formées chacune de manière que la direction d'allongement de l'une des deux diagonales reliant individuellement deux sommets mutuellement opposés du rhomboïde corresponde à la direction du grand côté de la feuille métallique 2.

Troisième mode de réalisation

La figure 9 représente le corps métallique poreux dans un troisième mode de réalisation. Comme l'indiquent les figures 1 et 7, le corps métallique poreux 1 est formé à la presse à partir d'une feuille métallique 2 d'un matériau original tel que le fer, l'acier inoxydable, le nickel, le cuivre et l'aluminium. Au recto et au verso de la feuille métallique 2 sont formées un grand nombre de saillies 3 en tronc de pyramide de section en triangle équilatéral qui dépassent en alternance sous forme d'une matrice. Les saillies 3 ont chacune la forme d'un tronc de pyramide de forme rhomboïdale telle que la surface du fond 5 du côté supérieur (partie de saillie) est plus petite que le fond du côté inférieur 6, la longueur o d'un côté du fond du côté inférieur 6 étant de 1,2 mm.

Au fond du côté supérieur 5 de chaque saillie 3, une partie 8 d'ouverture de forme triangulaire est poinçonnée du fond du côté supérieur 5 vers le fond du côté inférieur 6 en plan. La partie d'ouverture 8 a une petite partie concave 9 de forme concave à la partie centrale du fond du côté supérieur 5, et une ouverture 10 en lame aiguisée en Y ayant trois directions est poinçonnée vers le fond 6 du côté inférieur dans une partie centrale de la petite partie concave 9. Cette dernière a une forme de pétales et comprend trois pièces en forme de pétales. Dans ce mode de réalisation, la longueur n d'un côté de la petite partie concave 9 est de 0,85 mm. Comme l'indique la figure 1a, l'épaisseur d du corps métallique poreux 1 est de 0,44 mm. En outre, la hauteur e de la partie poinçonnée, délimitée par une partie plate du fond du côté supérieur 5 et une partie d'extrémité inférieure de la bavure 7, est de 0,24 mm et le rapport e/d est égal à 0,55. Le poids du corps métallique 1 après la formation des saillies est de 215 g/m².

Ainsi, la disposition est telle que chaque saillie 3 a la forme d'un tronc de pyramide triangulaire, et la direction d'allongement d'un côté (direction d'allongement du côté n sur la figure 9) du triangle de la saillie 3 correspond à la direction du grand côté de la feuille métallique

2 (corps métallique poreux 1), c'est-à-dire la direction d'avance du corps métallique 1 qui constitue le matériau de base vers l'espace S d'emprise des rouleaux 12a et 12b de gaufrage. Ainsi, comme dans le cas du second mode de réalisation décrit en référence à la figure 7, une force qui agit sur la feuille métallique 2 pendant sa forme en provoquant l'allongement de la feuille métallique 2 dans la direction du grand côté subit une dispersion et la force peut être réduite à une valeur aussi faible que possible. En conséquence, la feuille métallique 2 ne peut pas s'allonger intempestivement dans la direction du grand côté et le corps métallique poreux 1 peut ainsi être réalisé avec une grande précision dimensionnelle. Simultanément par exemple, le corps métallique poreux 1 ne peut pas présenter un plissement et il ne peut pas se rompre par l'élargissement des parties d'ouverture 8.

Comme représenté sur la figure 4, le matériau de base 1 ayant le corps tridimensionnel décrit précédemment peut être réalisé par passage de la feuille métallique 2 dans l'espace S d'emprise des rouleaux supérieur et inférieur 12a et 12b de gaufrage qui tournent en sens opposés. Dans ce cas, comme l'indique la figure 10A, à la surface de chacun des rouleaux 12a et 12b sont formées en alternance de grands nombres de parties convexes 14 et de parties concaves 15 qui alternent dans les directions longitudinales et latérales. Comme indiqué sur la figure 10B, chacune des parties convexes 14 est formée avec une forme convexe de tronc de pyramide triangulaire qui s'évase vers le bas et une fine partie concave 17 en pyramide triangulaire est formée de manière concave dans une partie centrale de la partie convexe. Chacune des parties concaves 15 est formée avec une configuration de tronc de pyramide triangulaire qui s'évase vers le haut et une partie centrale de partie d'évidement 21 formée par une fine partie convexe 18 en forme de lame à trois sommets vers les parties de coin de la partie concave 15 en plan. Une partie d'arête reliant les sommets de la fine partie convexe 8 et la partie de sommet de saillie au centre est sous forme d'un bord de coupe. Dans le cas

considéré, les parties convexes et concaves 14 et 15 sont formées chacune de manière que les directions d'allongement d'un côté du triangle de chacune des parties convexes et concaves 14 et 15 correspondent à la direction du grand côté de la feuille métallique 2, c'est-à-dire la direction d'avance de la feuille métallique 2 vers les rouleaux de gaufnage 12a et 12b.

Comme représenté sur la figure 6, les parties convexes et concaves 14 et 15 et les fines parties concaves et convexes 17 et 18 des rouleaux de gaufnage supérieur et inférieur 12a et 12b alternent mutuellement. Plus précisément, la partie concave 15 du rouleau inférieur 12b correspond à la partie convexe 14 du rouleau supérieur 12a et de même, et la fine partie concave 17 du rouleau inférieur 12b correspond à la partie convexe 18 du rouleau supérieur 12a. Ainsi, l'espace S formé entre les rouleaux supérieur et inférieur 12a et 12b de gaufnage a un profil de dents ondulées dans lequel les parties supérieures et inférieures convexes et concaves 14 et 15 peuvent coopérer avec les fines parties concaves et convexes 17 et 18.

Comme représenté sur la figure 4, lorsque la feuille métallique 2 avance vers l'espace S entre les rouleaux de gaufnage 12a et 12b, les saillies 3 en tronc de pyramide en triangle équilatéral qui dépassent en alternance sont formées au recto et au verso de la feuille métallique 2 comme indiqué sur la figure 9. A ce moment, les saillies, 3 sont formées afin qu'elles aient une attitude telle que la direction d'allongement d'un côté (direction d'allongement du côté n sur la figure 9) du triangle de la saillie 3 correspond à la direction du grand côté du corps métallique 1 (corps métallique poreux 1).

Le tableau qui suit indique les pourcentages d'allongement dans la direction du grand côté du corps métallique poreux 1 pour les trois modes de réalisation considérés. Plus précisément, chaque corps métallique poreux 1 a été obtenu de la manière indiquée sur la figure 4, un corps métallique 1 ayant une largeur (petit côté) de 90 mm et une longueur (grand côté) de 800 mm et étant inséré entre les

rouleaux de gaufrage 12a et 12b dans la direction du grand côté, et subissant un traitement par compression jusqu'à une épaisseur totale de 0,28 mm.

Tableau 1

5		Pourcentage d'allongement
	Premier mode de réalisation	2,7 %
	Second mode de réalisation	1,4 %
	Troisième mode de réalisation	0,5 %

On peut noter sur le tableau que, dans le premier mode de réalisation, lorsque les directions d'allongement des côtés individuels de la partie convexe rectangulaire 3 correspondent à la direction d'avance du corps métallique 1 vers les rouleaux de gaufrage 12a et 12b, le pourcentage d'allongement dans la direction du grand côté du corps 2 est plus grand que dans les second et troisième modes de réalisation et il est donc difficile de former le corps métallique poreux 1 avec une grande précision.

Cependant, on sait à cet égard que le pourcentage d'allongement est faible et que le corps métallique poreux 1 peut être réalisé avec une précision élevée, comme dans le cas du second mode de réalisation, lorsque la direction d'allongement de l'une des deux diagonales i et j (direction d'allongement de la diagonale j sur la figure 7) reliant individuellement les sommets opposés du rhomboïde de la saillie 3 en tronc de pyramide rhomboïdale correspond à la direction du grand côté de la feuille métallique 2 (corps métallique poreux 1), c'est-à-dire la direction d'avance du corps métallique 1, constituant le matériau de base, vers les rouleaux de gaufrage 12a et 12b, et comme dans le cas du troisième mode de réalisation dans lequel la direction d'allongement d'un côté (direction d'allongement du côté n, figure 9) du triangle de la saillie 3 en tronc de pyramide triangulaire correspond à la direction du grand côté de la feuille métallique 2 (corps métallique poreux 1), c'est-à-dire la direction d'avance du corps métallique 1, constituant un matériau de base, vers l'espace S d'emprise des rouleaux de gaufrage 12a et 12b.

Bien que tous les modes de réalisation décrits précédemment aient des saillies 3 ayant chacune la forme d'un tronc de pyramide de section rectangulaire ou triangulaire, la forme de la saillie 3 ou de la partie d'ouverture 8 par exemple n'est pas limitée à ces formes. Il peut s'agir d'une forme polygonale, par exemple pentagonale ou hexagonale.

Le corps métallique poreux selon l'invention est un matériau poreux de base ayant un grand nombre de fins pores indépendants, si bien qu'il peut être utilisé avec divers filtres, tels que les filtres à air et les filtres de brouillard d'huile. En outre, le corps poreux peut être utilisé comme support d'un catalyseur industriel de désodorisation.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux corps qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemple non limitatif sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Corps métallique poreux (1), caractérisé en ce qu'il comprend :

des saillies (3) formées au recto et au verso d'une
5 feuille métallique (2) afin qu'elles dépassent en
alternance des deux côtés, chacune des saillies (3) ayant
une forme de tronc de pyramide angulaire telle qu'une
surface d'un fond du côté supérieur (5) est inférieure à
une surface d'un fond du côté inférieur (6) de la saillie,
10 dans lequel une partie d'ouverture (8) ayant une
forme de polygone en plan, poinçonnée dans la direction
allant du fond du côté supérieur (5) vers le fond du côté
inférieur (6), est formée dans le fond du côté supérieur
(5) de chaque saillie (3), et

15 la distance verticale (d) entre le fond du côté
supérieur (5) au recto et le fond du côté supérieur (5) au
verso, et la hauteur (e) de la partie poinçonnée
présentent la relation $0,3 < e/d < 0,9$.

2. Corps métallique poreux (1) ayant un grand nombre
20 de parties indépendantes d'ouverture (8), caractérisé en
ce qu'il comprend :

des saillies (3) formées au recto et au verso d'une
feuille métallique (2) afin qu'elles dépassent en
alternance les unes avec les autres, chacune des saillies
25 (3) ayant une forme de tronc de pyramide de section
rhomboïdale afin que la surface du fond du côté supérieur
(5) soit inférieure à la surface du fond du côté inférieur
(6) de la saillie,

30 dans lequel une partie d'ouverture (8) ayant la
forme d'un rhomboïde en plan est poinçonnée dans la
direction du fond du côté supérieur (5) vers le fond du
côté inférieur (6) est formée dans le fond du côté
supérieur (5) de chaque saillie (3),

35 la partie d'ouverture (8) a une petite partie
concave (9) en forme de pyramide rhomboïdale de forme
concave dans la partie centrale du fond du côté supérieur
(5), et une ouverture (10) en lame de couteau dirigée vers
quatre parties de coin du fond du côté supérieur (5) dans
une partie centrale de la petite partie concave (9), la
40 petite partie

concave (9) ayant une forme de pétales s'écartant vers le bas donnée par quatre pièces en forme de pétales, et

la direction d'allongement de l'une des deux diagonales (i, j) reliant individuellement des sommets mutuellement opposés du rhomboïde de la saillie (3) correspond à la direction du grand côté du corps métallique poreux (1).

3. Corps métallique poreux (1) ayant un grand nombre de parties indépendantes d'ouverture (8), caractérisé en ce qu'il comprend :

des saillies (3) formées au recto et au verso d'une feuille métallique (2) afin qu'elles dépassent en alternance les unes avec les autres, chacune des saillies (3) ayant une forme de tronc de pyramide triangulaire telle que la surface d'un fond du côté supérieur (5) est inférieure à la surface d'un fond du côté inférieur (6) de la saillie,

dans lequel une partie d'ouverture (8) ayant une forme de triangle en plan, poinçonnée dans la direction du fond du côté supérieur (5) vers le fond du côté inférieur (6), est formée dans le fond du côté supérieur (5) de chaque saillie (3),

la partie d'ouverture (8) comprend une petite partie concave (9) en pyramide triangulaire formée de manière concave à la partie centrale du fond du côté supérieur (5), et une ouverture (10) en forme de lame de couteau triangulaire dirigée vers trois parties de coin du fond du côté supérieur (5) dans une partie centrale de la petite partie concave (9), la petite partie concave (9) ayant une forme de pétales et s'évasant vers le bas avec trois pièces en forme de pétales, et

la direction d'allongement d'un côté du triangle de la saillie (3) correspond à la direction du grand côté (n) du corps métallique poreux (1).

4. Corps selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que la distance verticale (d) entre le fond du côté supérieur (5) au recto et le fond du côté supérieur (5) au verso, et la hauteur (e) d'une partie poinçonnée de pétales présentent la relation $0,3 < e/d < 0,9$.

5. Corps selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'épaisseur (h) de la feuille métallique (2) est comprise entre 10 et 50 μm .

5 6. Corps selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'épaisseur (d) du corps métallique poreux (1) ayant les saillies (3) est comprise entre 0,06 et 1,2 mm.

10 7. Corps selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la feuille métallique (2) a une masse surfacique comprise entre 50 et 450 g/m^2 .

15 8. Corps selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'angle (θ) formé par une partie poinçonnée vers le bas de la saillie (3) et une partie plate du fond du côté supérieur est supérieur à 0° et inférieur à 90° .

20 9. Corps selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le corps métallique poreux (1) est formé par emboutissage par avance d'une feuille métallique plane (2) de forme rectangulaire ayant des petits côtés et des grands côtés dans la direction du grand côté vers un espace (S) d'emprise de deux rouleaux de gaufrage (12a, 12b).

FIG. 1A

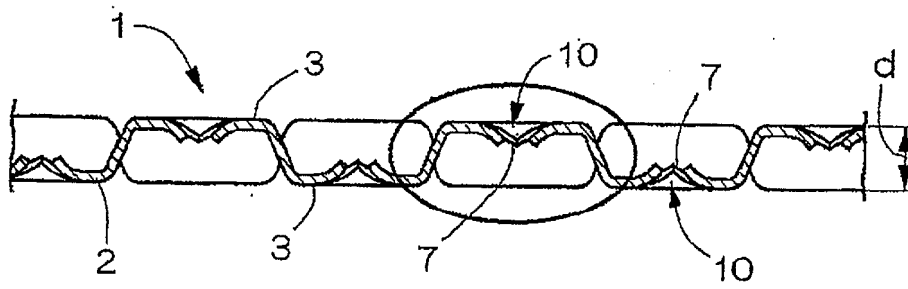
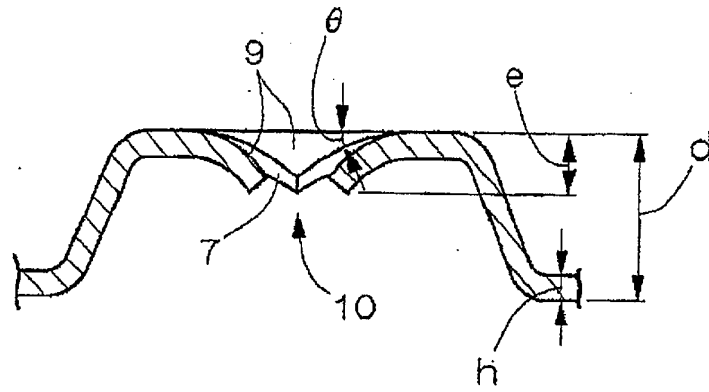


FIG. 1

FIG. 2

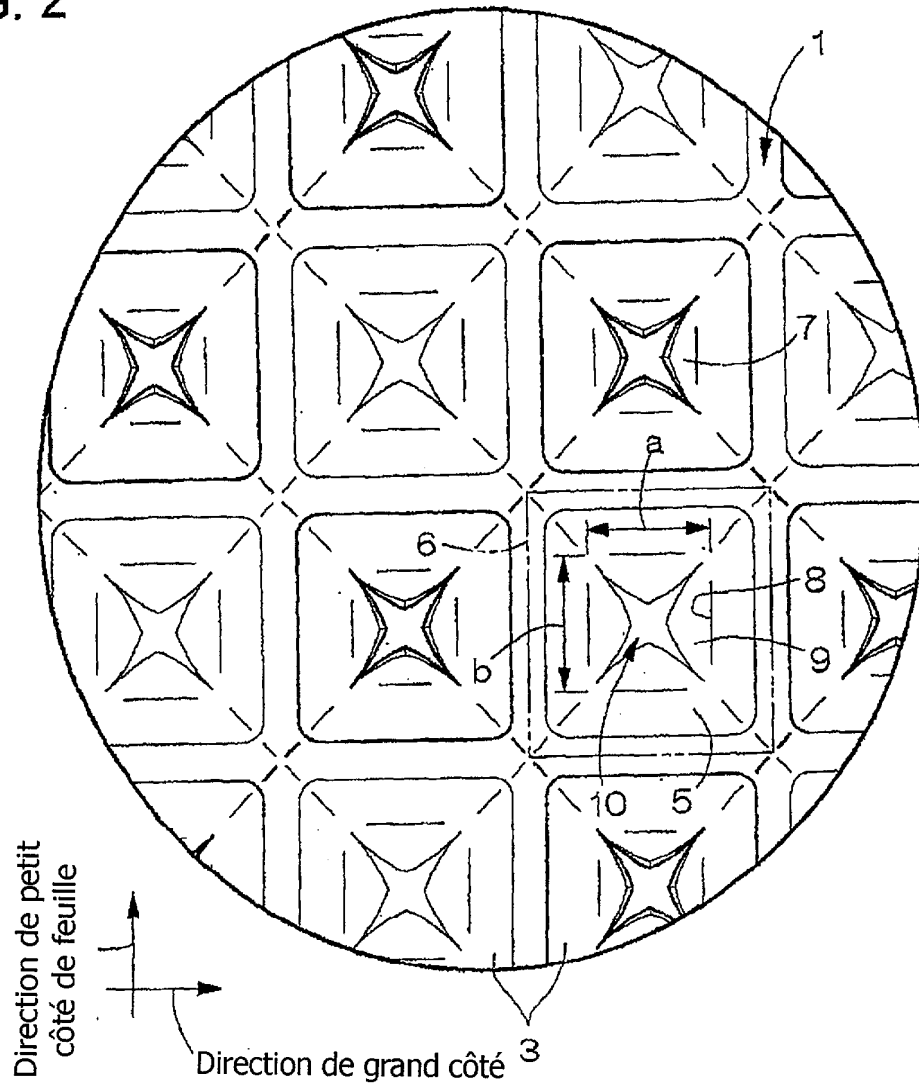


FIG. 3

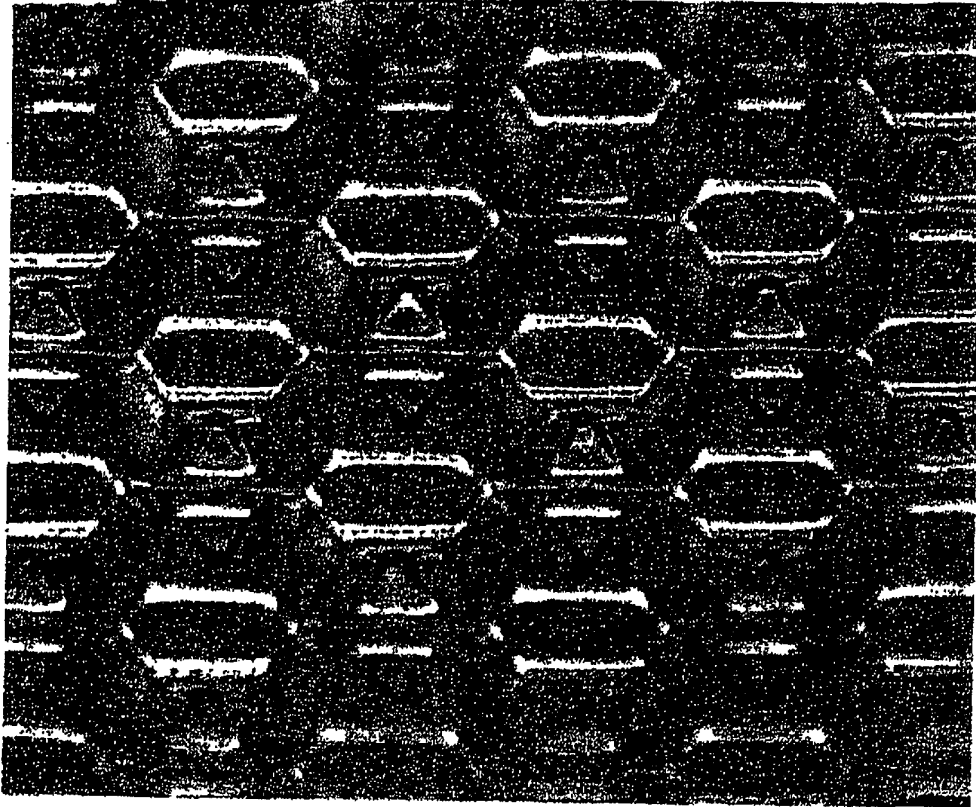


FIG. 4

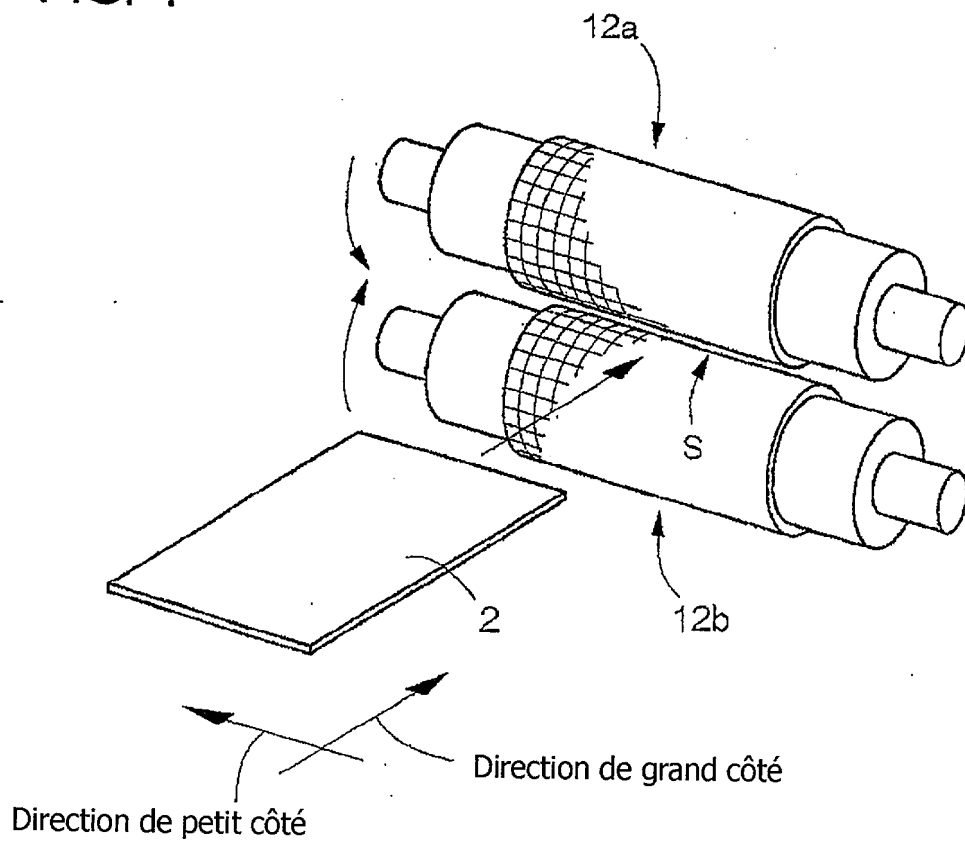


FIG. 5A

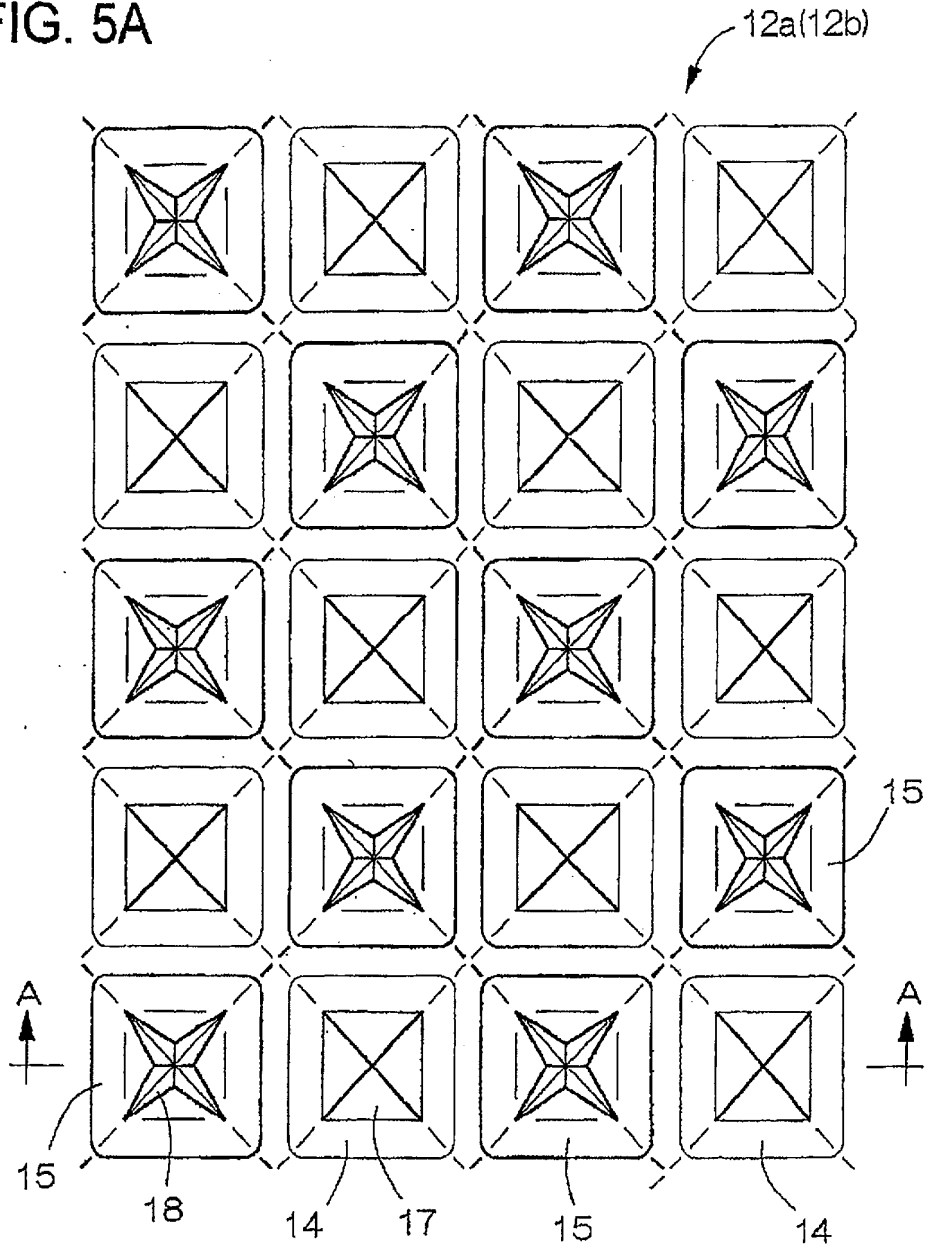


FIG. 5B

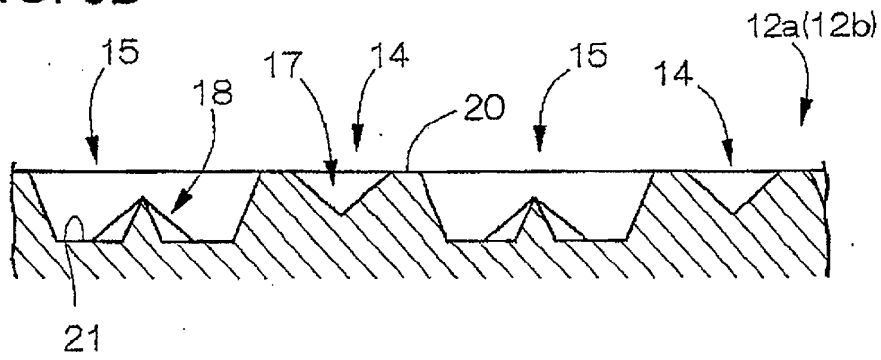


Fig. 6

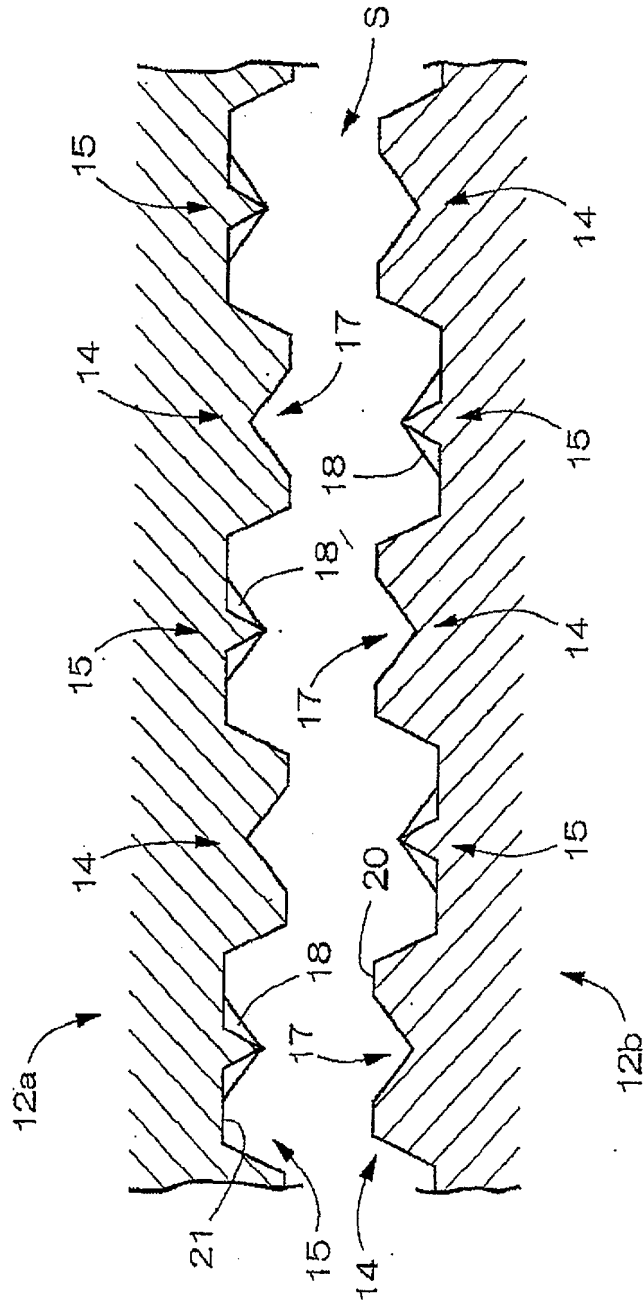


FIG. 7

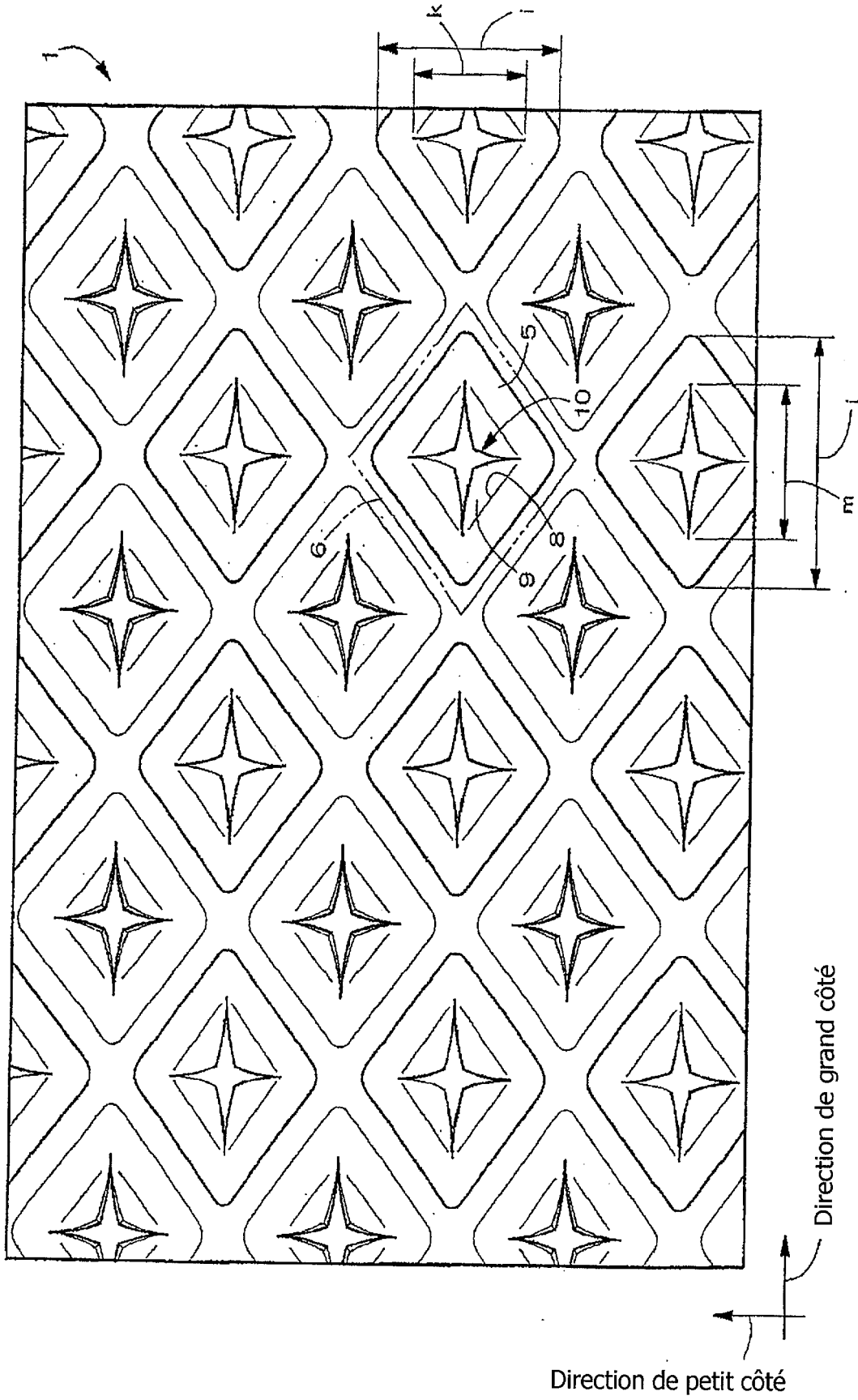


FIG. 8A

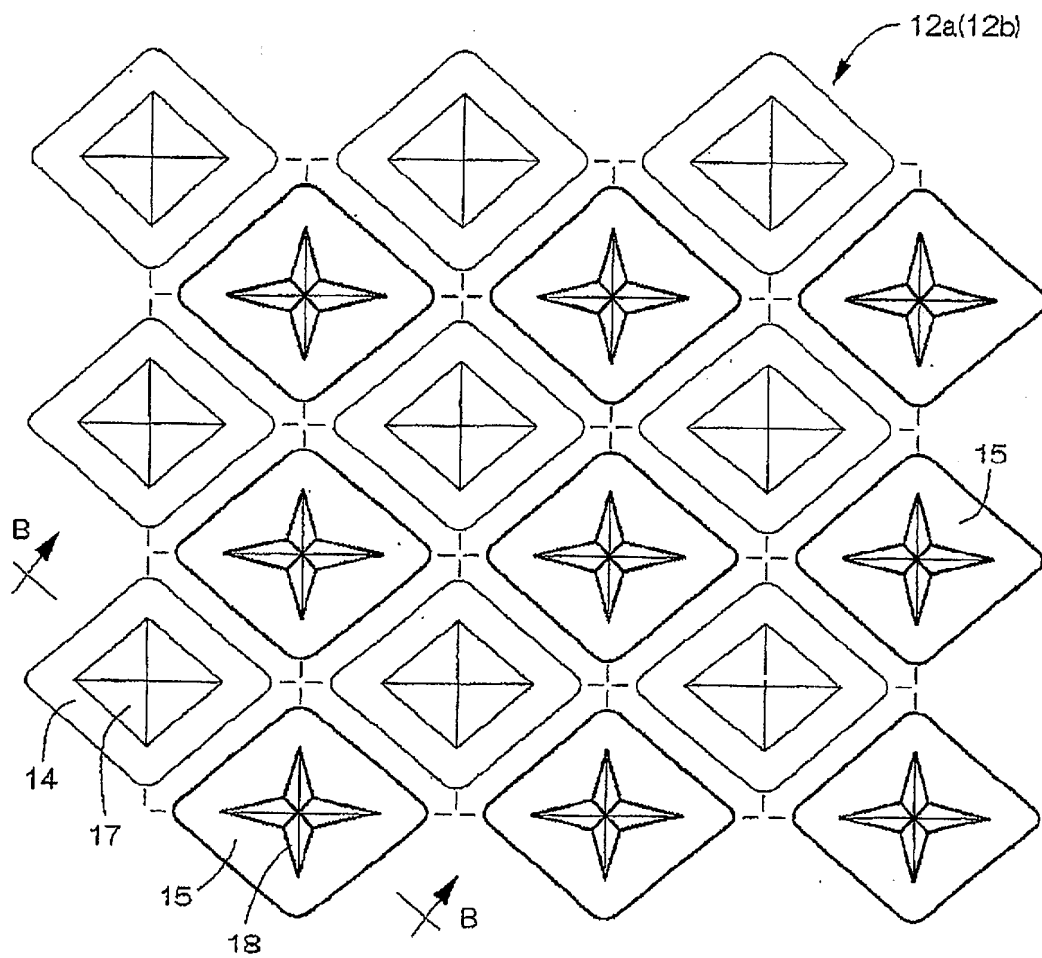


FIG. 8B

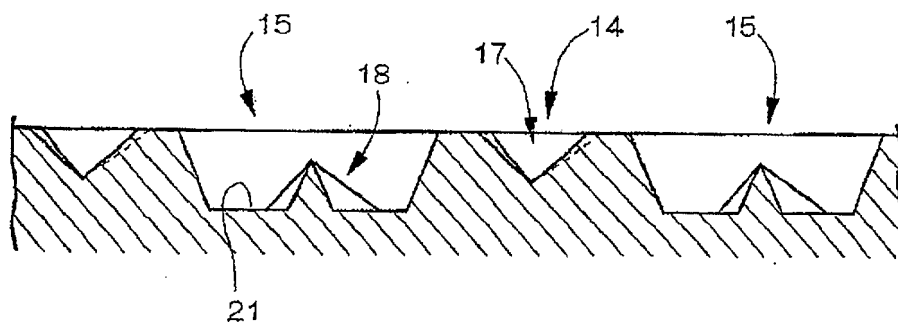


FIG. 9

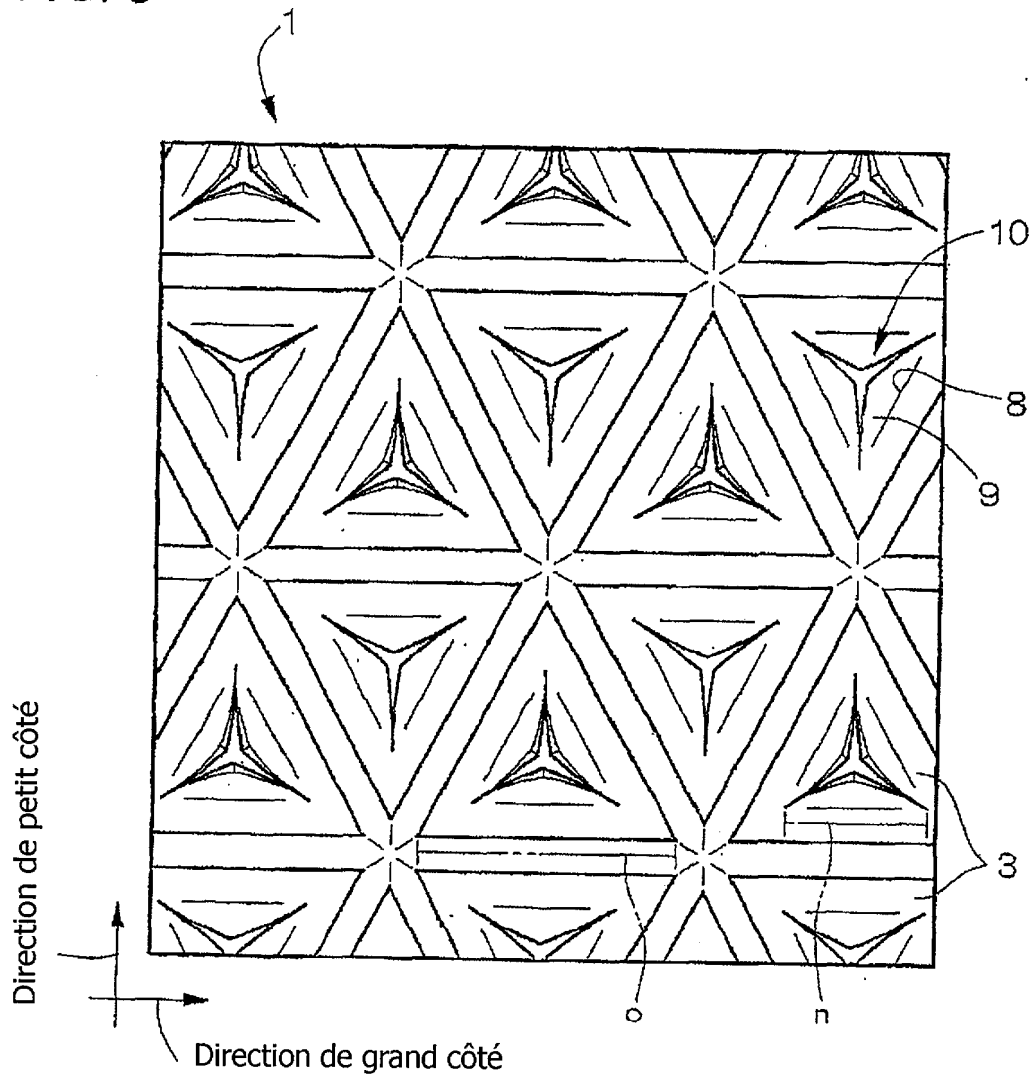


FIG. 10A

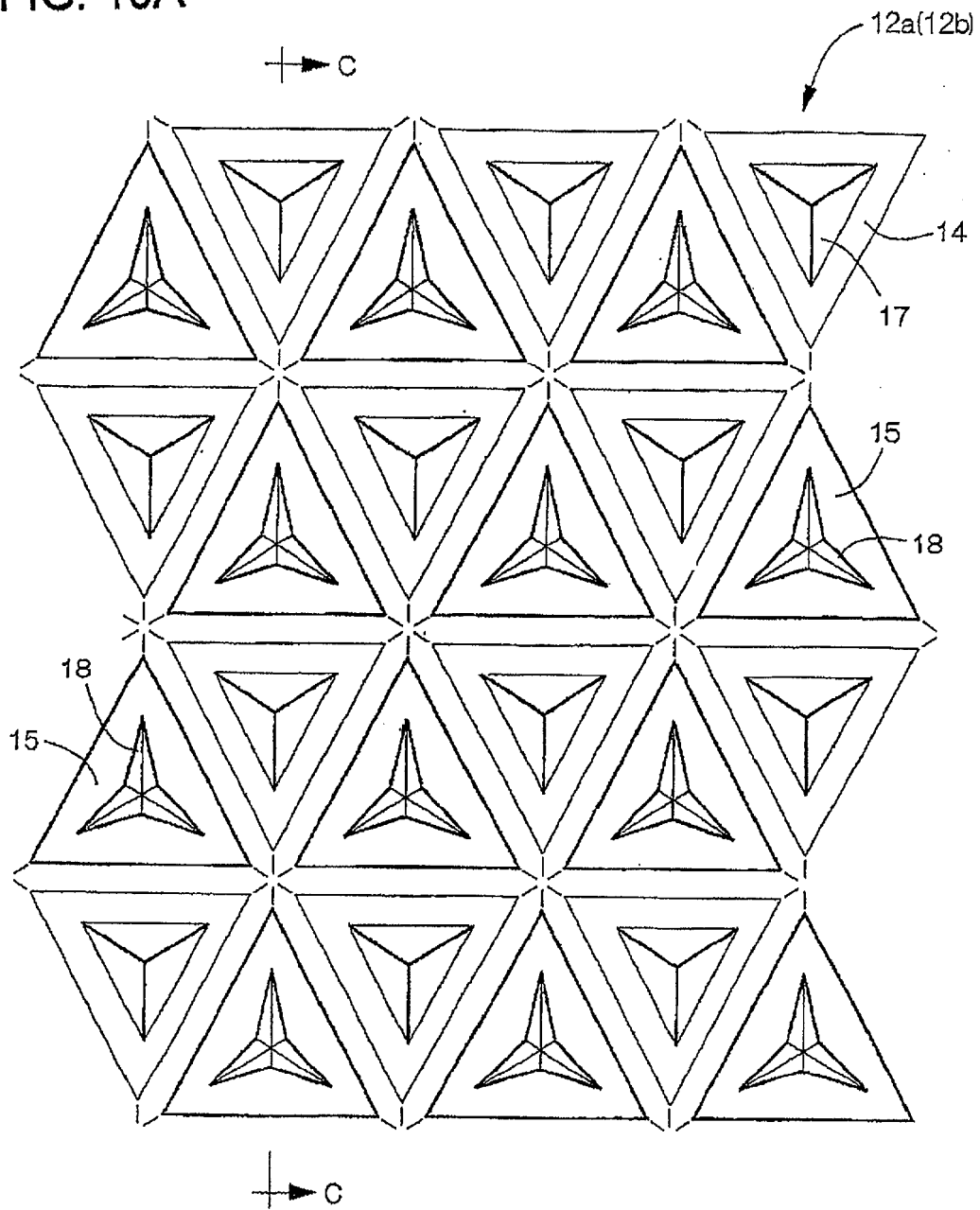


FIG. 10B

