



## (12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 31191 B1** (51) Cl. internationale : **F17C 3/02**

(43) Date de publication :  
**01.02.2010**

---

(21) N° Dépôt :  
**32176**

(22) Date de Dépôt :  
**13.08.2009**

(30) Données de Priorité :  
**13.02.2007 FR 0753220**

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :  
**PCT/FR2008/050103 23.01.2008**

(71) Demandeur(s) :  
**GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ, 1, ROUTE DE VERSAILLES F-78470 SAINT REMY  
LES CHEVREUSE (FR)**

(72) Inventeur(s) :  
**RICHARD, Yves ; EZZARHOUNI, Adnan**

(74) Mandataire :  
**SABA & CO**

---

(54) Titre : **STRUCTURE CYLINDRIQUE COMPOSEE D'ELEMENTS RECTANGULAIRES**

(57) Abrégé : STRUCTURE CYLINDRIQUE COMPRENANT UNE PAROI VERTICALE (3) ET UNE PAROI DE FOND (2), LADITE PAROI DE FOND PRÉSENTANT UNE PLURALITÉ DE SECTEURS (4) IMAGES LES UNS DES AUTRES PAR ROTATION, CHAQUE SECTEUR COMPRENANT UNE PLURALITÉ D'ÉLÉMENTS RECTANGULAIRES ADJACENTS (8), CARACTÉRISÉE PAR LE FAIT QUE LADITE PAROI DE FOND A LA FORME D'UN POLYGONE RÉGULIER DONT CHAQUE CÔTÉ (6) CORRESPOND À UN DESDITS SECTEURS, LES BORDS DES ÉLÉMENTS RECTANGULAIRES D'UN SECTEUR ÉTANT RESPECTIVEMENT PERPENDICULAIRES ET PARALLÈLES AU CÔTÉ DU POLYGONE CORRESPONDANT AUDIT SECTEUR.

## ABREGE

Structure cylindrique comprenant une paroi verticale (3) et une paroi de fond (2), ladite paroi de fond présentant une pluralité de secteurs (4) images les uns des autres par rotation, chaque secteur comprenant une pluralité d'éléments rectangulaires adjacents (8), caractérisée par le fait que ladite paroi de fond a la forme d'un polygone régulier dont chaque côté (6) correspond à un desdits secteurs, les bords des éléments rectangulaires d'un secteur étant respectivement perpendiculaires et parallèles au côté du polygone correspondant audit secteur..

(QUATORZE PAGES)

GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ  
P. P. SABA & CO., Casablanca

01 FEV 2010

3 1 1 9 1

PM/32176

WO 2008/107606

PCT/FR2008/050103

1

## STRUCTURE CYLINDRIQUE COMPOSÉE D'ÉLÉMENTS RECTANGULAIRES

La présente invention se rapporte à une structure cylindrique dont la paroi verticale et la paroi de fond comprennent une pluralité  
5 d'éléments rectangulaires adjacents, et en particulier à une cuve étanche et thermiquement isolée.

Le document FR 1 457 617 décrit une cuve terrestre pour le stockage de gaz naturel liquéfié. Cette cuve comprend une membrane étanche composée de tôles métalliques ondulées. Dans un mode de  
10 réalisation, la paroi de fond circulaire est recouverte par une pluralité de tôles rectangulaires réparties par secteurs symétriques, et par des tôles de liaison entre secteurs. Cette disposition permet de recouvrir une grande partie de la surface de la paroi de fond avec des tôles rectangulaires. Toutefois, comme la paroi de fond est circulaire, il est nécessaire de  
15 prévoir des tôles spéciales non-rectangulaires entre les bords droits des tôles rectangulaires et la circonférence de la paroi de fond. Le nombre de tôles différentes nécessaire pour recouvrir toute la paroi de fond est donc élevé.

Le document FR 2 739 675 décrit une cuve dont la paroi de  
20 fond est recouverte par une pluralité de tôles ondulées. Les tôles ondulées présentent des bords radiaux. La découpe de ces tôles est donc plus compliquée que dans le cas de tôles rectangulaires, et peut entraîner une quantité importante de chute, ce qui est particulièrement indésirable quand les tôles sont réalisées dans un matériau coûteux. De plus,  
25 différents types de tôles à bords radiaux sont nécessaires pour recouvrir toute la paroi de fond.

Le document FR 2 398 961 décrit une cuve dont la paroi de fond est recouverte par une pluralité de virures rectangulaires toutes parallèles entre elles. Cela implique des difficultés de raccordement au  
30 niveau de l'intersection de la paroi de fond avec la paroi verticale de la cuve. De plus, la découpe des virures entraîne une quantité importante de chute.

Le problème que la présente invention cherche à résoudre est de proposer une structure cylindrique ou une cuve, qui ne présente  
35 pas au moins certains des inconvénients précités de l'art antérieur, et en

particulier qui puisse être réalisée avec un nombre réduit de formes pour les pièces.

La solution proposée par l'invention est une structure cylindrique comprenant une paroi verticale et une paroi de fond, ladite  
5 paroi de fond présentant une pluralité de secteurs images les uns des autres par rotation, chaque secteur comprenant une pluralité d'éléments rectangulaires adjacents, caractérisée par le fait que ladite paroi de fond a la forme d'un polygone régulier dont chaque côté correspond à un  
10 desdits secteurs, les bords des éléments rectangulaires d'un secteur étant respectivement perpendiculaires et parallèles au côté du polygone correspondant audit secteur.

Grâce à ces caractéristiques, une grande partie de la paroi de fond peut être composée d'éléments rectangulaires. De plus, les éléments rectangulaires de la paroi de fond peuvent s'étendre jusqu'aux côtés  
15 rectilignes de la paroi de fond, et dans ce cas aucun élément spécial n'est nécessaire entre les éléments rectangulaires et les côtés. Les éléments rectangulaires de la paroi de fond peuvent également s'étendre jusqu'à une faible distance des côtés rectilignes de la paroi de fond, et présenter des bords parallèles aux côtés. Dans ce cas la paroi de fond peut être  
20 complétée facilement par des éléments rectilignes qui s'étendent le long des côtés de la paroi de fond, par exemple des cornières d'angles. Dans les deux, cas, seul un nombre limité d'éléments différents est nécessaire pour former toute la paroi de fond.

De préférence, ladite paroi de fond comprend une pluralité  
25 d'éléments de liaison polygonaux identiques reliant deux secteurs adjacents.

Ainsi on limite le nombre d'éléments différents nécessaire. Les éléments de liaison peuvent par exemple être des quadrilatères ou des octogones.

30 Avantageusement, ladite paroi verticale comprend une pluralité d'éléments rectangulaires adjacents, lesdits éléments rectangulaires de la paroi verticale étant identiques aux éléments rectangulaires de la paroi de fond.

Dans ce cas, le nombre d'éléments différents nécessaire  
35 pour former la paroi de fond et la paroi verticale est limité.

L'invention propose également une cuve étanche et thermiquement isolée, comprenant une barrière d'étanchéité et une barrière thermiquement isolante, caractérisée par le fait qu'elle comprend une structure cylindrique selon l'invention ci-dessus.

5 Dans ce cas, les éléments rectangulaires peuvent être des éléments de la barrière étanche et/ou de la barrière thermiquement isolante. Par exemple lesdits éléments rectangulaires comprennent des tôles ondulées formant la barrière d'étanchéité ou des virures métalliques à bords relevés formant la barrière d'étanchéité. On peut aussi prévoir  
10 que lesdits éléments rectangulaires comprennent des panneaux en matériau thermiquement isolant formant la barrière thermiquement isolante.

De préférence, ladite paroi de fond comprend une pièce centrale à laquelle les éléments rectangulaires les plus centraux de  
15 chaque secteur sont reliés.

Selon un mode de réalisation particulier, la cuve comprend une cornière d'angle rectiligne agencée le long d'un côté de ladite paroi de fond, ladite cornière d'angle comprenant une latte horizontale à laquelle sont reliés les éléments rectangulaires les plus excentrés d'un  
20 secteur et une latte verticale à laquelle sont reliés des éléments rectangulaires de la paroi verticale.

Une telle cornière permet de facilement relier les éléments de la paroi de fond à ceux de la paroi verticale.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au  
25 cours de la description suivante de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés. Sur ces dessins :

- 30 - la figure 1 est une vue de dessus d'un secteur et d'éléments de liaison d'une cuve selon un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 est une vue de dessus d'un élément de liaison de la cuve de la figure 1,
- la figure 3 est une vue de dessus d'un élément  
35 rectangulaire de la cuve de la figure 1,

- la figure 4 est une vue en perspective de l'élément de liaison de la figure 2,
- la figure 5 est une vue partielle de dessus de la paroi de fond d'une cuve selon un autre mode de réalisation de l'invention,
- les figures 6 et 7 sont des vues partielles en perspective de la cuve de la figure 1, avec des éléments de liaison selon une variante de réalisation,
- la figure 8 représente deux éléments de liaison selon une seconde variante de l'invention.

Sur les figures 6 et 7, on a représenté la membrane étanche d'une cuve terrestre 1 pour le stockage de gaz naturel liquéfié (GNL). La cuve 1 comprend également une structure porteuse en béton et une barrière thermiquement isolante située entre la membrane étanche et la structure porteuse, qui ne sont pas représentées.

La membrane étanche de la cuve 1 est une structure cylindrique qui comprend une paroi de fond 2 et une paroi verticale 3. La paroi de fond 2 a la forme d'un polygone régulier, à vingt côtés 6 dans l'exemple représenté sur les figures 6 et 7. Toutefois l'invention concerne d'autres types de polygones, notamment à cinq côtés ou plus.

La paroi de fond 2 présente une pluralité de secteurs 4 correspondant chacun à un côté 6. Les secteurs 4 sont images les uns des autres par rotation. La paroi verticale 2 est composée d'une pluralité de pans 5 verticaux correspondant chacun à un côté 6.

La paroi de fond 2 et la paroi verticale 3 sont composées d'une pluralité de tôles métalliques reliées entre elles par soudage, et qui présentent des ondulations permettant la contraction des tôles lors des variations de température. La fixation et le soudage des tôles ainsi que la formation des ondulations peuvent se faire selon des techniques connues dans le domaine des cuves de stockage ou de transport de GNL.

Sur la paroi de fond 2, les tôles métalliques comprennent des tôles rectangulaires 8 de longueur L et de largeur l, représentées sur la figure 3, ainsi que des tôles de liaison 9 en forme de quadrilatère symétrique, présentant deux côtés de longueur L et deux côtés de longueur l/2, représentées sur la figure 2.

La figure 1 montre comment les tôles rectangulaires 8 sont disposées pour recouvrir un secteur 4 de la paroi de fond 2. Une pluralité de tôles rectangulaires 8 sont disposées selon trois rangées, avec leur largeur parallèle au côté 6. D'une rangée à l'autre, les tôles rectangulaires 8 sont agencées en quinconce et il y a chaque fois une tôle 8 de moins au fur et à mesure qu'on se rapproche du centre. Bien entendu, en fonction des dimensions de la paroi de fond 2 et des tôles rectangulaires 8, il pourra y avoir plus ou moins de trois rangées. Par exemple dans le mode de réalisation de la figure 7 il y a dix rangées.

Grâce à la disposition des tôles rectangulaires 8 décrite ci-dessus, l'espace laissé libre entre une tôle 8 située à l'extrémité d'une rangée d'un premier secteur et la tôle 8 située à l'extrémité d'une rangée correspondante d'un deuxième secteur adjacent, présente toujours une forme identique de quadrilatère symétrique. Tous ces espaces de forme identique peuvent donc être occupés par une pluralité de tôles de liaison 9.

Ainsi, comme dans l'exemple représenté sur la figure 1, la largeur des tôles rectangulaires 8 les plus extérieures est confondue avec le côté 6, la paroi de fond 2 peut être entièrement composée avec une pluralité de tôles rectangulaires 8 identiques, une pluralité de tôles de liaison 9 identiques, et une pièce centrale 13, qui peut éventuellement être formée par des tôles de liaison 9 comme le montre la figure 7. La paroi de fond 2 est donc composée de deux ou, au plus, de trois types de tôles différentes.

Dans un mode de réalisation non représenté, le petit côté des tôles rectangulaires 8 les plus extérieures n'est pas confondu avec le côté 6, mais s'en trouve à faible distance, par exemple 10 cm. Une cornière d'angle rectiligne à section en forme de L est disposée le long du côté 6. La cornière d'angle comprend une latte horizontale à laquelle sont reliées les tôles rectangulaires 8 les plus excentrées, par leur largeur. La cornière d'angle comprend également une latte verticale à laquelle sont reliées les tôles de la paroi verticale. La cornière d'angle n'est qu'un exemple de liaison entre la paroi de fond 2 et la paroi verticale 3. Cette liaison peut être réalisée selon d'autres techniques, par exemple de manière similaire aux anneaux de raccordement utilisés dans le domaine de cuve de transport de GNL. Quelle que soit la technique choisie,

comme il s'agit de réaliser une liaison entre deux parois perpendiculaires composées principalement de tôles rectangulaires dont les bords sont parallèles et perpendiculaires à l'arrête d'intersection, cette liaison est relativement simple et ne nécessite qu'un nombre limité de pièces.

5 La paroi verticale 3 est composée de tôles métalliques rectangulaires. Dans un mode de réalisation, il s'agit des mêmes tôles rectangulaires 8 que celles de la paroi de fond 2, ce qui permet de limiter le nombre de types de tôles nécessaire. Au niveau des côtés 6, les  
10 ondulations longitudinales 7 de la paroi de fond 2 peuvent être reliées aux ondulations longitudinales 7 correspondantes de la paroi verticale 3, ce qui permet de limiter les contraintes dues à la contraction thermique.

Comme dit précédemment, les tôles présentent des ondulations permettant leur contraction lors des variations de température. Plus précisément, les tôles rectangulaires 8 présentent deux  
15 ondulations longitudinales 7 et une pluralité d'ondulations transversales 10. Les ondulations longitudinales 7 sont situées à une distance  $a$  des bords longs et à une distance  $b = 2a$  l'une de l'autre. Comme on peut le voir sur la figure 1 notamment, les ondulations 7 et 10 des tôles rectangulaires 8 sont reliées entre elles. Les tôles de liaison 9 présentent  
20 également des ondulations reliées aux ondulations des tôles rectangulaires 8 adjacentes. Dans l'exemple de la figure 4, la tôle de liaison 9 comprend des ondulations terminales 11 reliées à des ondulations longitudinales 7, et des ondulations de liaison 12 reliées aux ondulations transversales 10 des tôles rectangulaires 8 adjacentes.  
25 D'autres dispositions des ondulations sur les tôles de liaison 9 sont envisageables et un exemple est représenté sur la figure 6.

La figure 5 représente un agencement différent des tôles de la paroi de fond 2. Dans ce mode de réalisation il y a, au niveau de chaque tôle de liaison 9, deux tôles rectangulaires 8' de moins au fur et à  
30 mesure qu'on se rapproche du centre. Dans ce mode de réalisation, au lieu d'utiliser des tôles rectangulaires 8 qui présentent toutes la même longueur  $L$  correspondant à la longueur d'un côté des tôles de liaison 9, on peut utiliser des tôles rectangulaires 8' de longueurs différentes, qui s'étendent par exemple depuis le côté 6 de la paroi de fond jusqu'à un  
35 petit bord d'une tôle de liaison. Ces tôles rectangulaires 8' peuvent par exemple des virures à bords relevés, dont la fabrication et la fixation sur



des supports de soudure sont connues dans le domaine des cuves de stockage ou de transport de GNL. De telles virures peuvent être réalisées en matériau à faible coefficient de dilatation, par exemple en Invar, et ne sont pas pourvues d'ondulations.

5           La barrière thermiquement isolante de la cuve 1 n'a pas été représentée. Elle peut être composée d'une pluralité de panneaux isolants. Dans un mode de réalisation, les panneaux de la paroi de fond comprennent des panneaux rectangulaires et des panneaux de liaison agencés de manière similaire aux tôles rectangulaires 8 et aux tôles de  
10 liaison 9, respectivement.

          On a décrit des tôles de liaison 9 en forme de quadrilatère, deux tôles 9 se touchant uniquement au niveau de sommets respectifs comme on peut le voir sur les figures 1 et 5. Dans un autre mode de réalisation représenté sur la figure 8, les tôles de liaison 9' présentent une  
15 forme de quadrilatère à sommet coupé, formant ainsi un hexagone, et deux tôles de liaison 9' adjacentes sont en contact au niveau de deux côtés.

          La présente invention n'est pas limitée aux cuves. Au contraire elle concerne toute structure cylindrique comprenant une paroi  
20 de fond polygonale composée d'éléments rectangulaires répartis en secteurs et d'éléments de liaison entre secteurs.

          Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des  
25 moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

## REVENDICATIONS

1. Cuve (1) étanche et/ou thermiquement isolée, comprenant une barrière d'étanchéité et/ou une barrière thermiquement isolante, ladite barrière d'étanchéité et/ou ladite barrière thermiquement isolante comprenant une structure cylindrique comprenant une paroi verticale (3) et une paroi de fond (2), ladite paroi verticale étant composée d'une pluralité de pans (5) verticaux, ladite paroi de fond présentant une pluralité de secteurs (4) images les uns des autres par rotation, chaque secteur comprenant une pluralité de composants rectangulaires adjacents (8), caractérisée par le fait que ladite paroi de fond a la forme d'un polygone régulier dont chaque côté (6) correspond à un desdits secteurs et à un desdits pans, les bords des composants rectangulaires d'un secteur étant respectivement perpendiculaires et parallèles au côté du polygone correspondant audit secteur.

2. Cuve selon la revendication 1, dans laquelle ladite paroi de fond comprend une pluralité de composants de liaison (9, 9') polygonaux identiques reliant les composants de deux secteurs adjacents.

3. Cuve selon l'une des revendications 1 à 2, dans laquelle ladite paroi verticale comprend une pluralité de composants rectangulaires adjacents, lesdits composants rectangulaires de la paroi verticale étant identiques aux composants rectangulaires (8) de la paroi de fond.

4. Cuve selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle lesdits composants rectangulaires comprennent des tôles ondulées (8, 9, 9', 13) formant la barrière d'étanchéité.

5. Cuve selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle lesdits composants rectangulaires comprennent des virures métalliques (8') à bords relevés formant la barrière d'étanchéité.

6. Cuve selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle lesdits composants rectangulaires comprennent des panneaux en matériau thermiquement isolant formant la barrière thermiquement isolante.

7. Cuve selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle ladite paroi de fond comprend une pièce centrale (13) à laquelle les composants rectangulaires les plus centraux de chaque secteur sont reliés.

8. Cuve selon l'une des revendications 1 à 7, comprenant une cornière d'angle rectiligne agencée le long d'un côté de ladite paroi de fond, ladite cornière d'angle comprenant une latte horizontale à laquelle sont reliés les composants rectangulaires les plus excentrés d'un secteur et une latte verticale à laquelle sont reliés des composants rectangulaires de la paroi verticale.
- 5

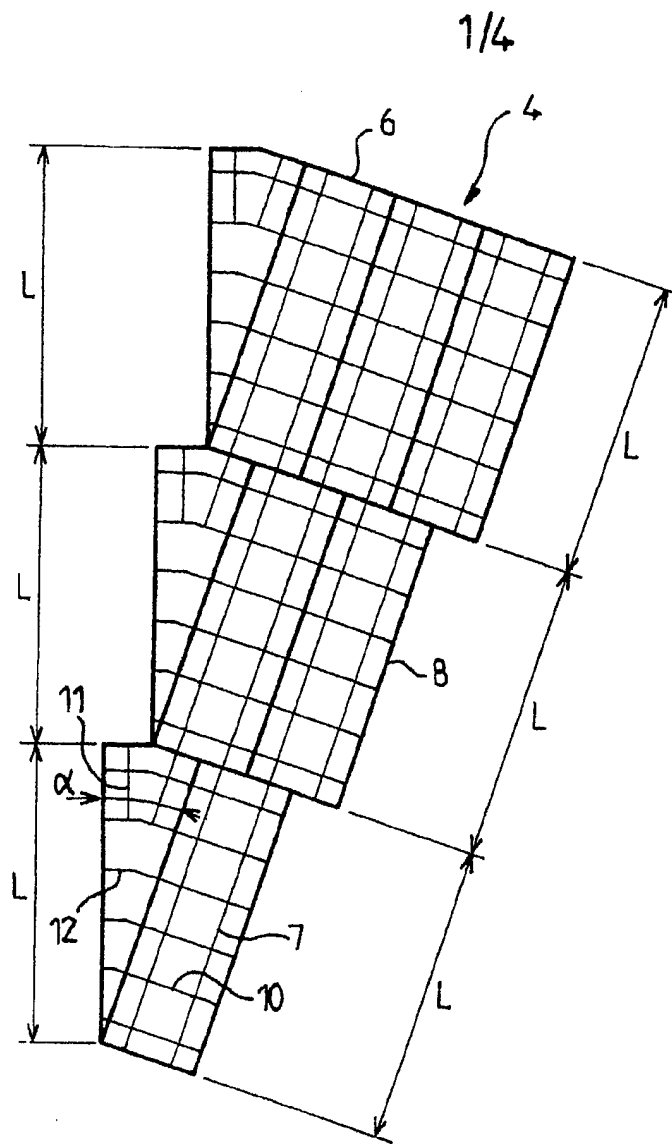


FIG.1

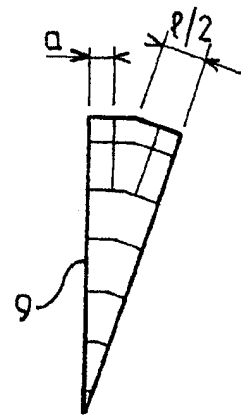


FIG.2

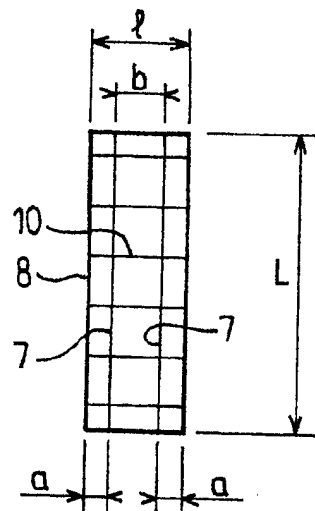


FIG.3

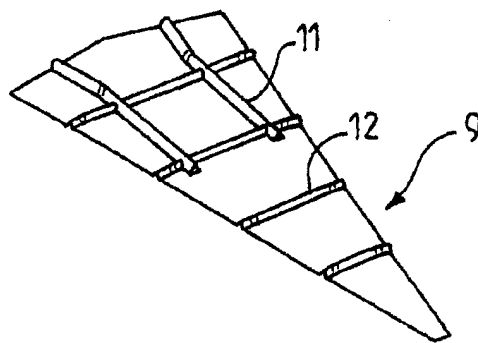


FIG.4

2/4

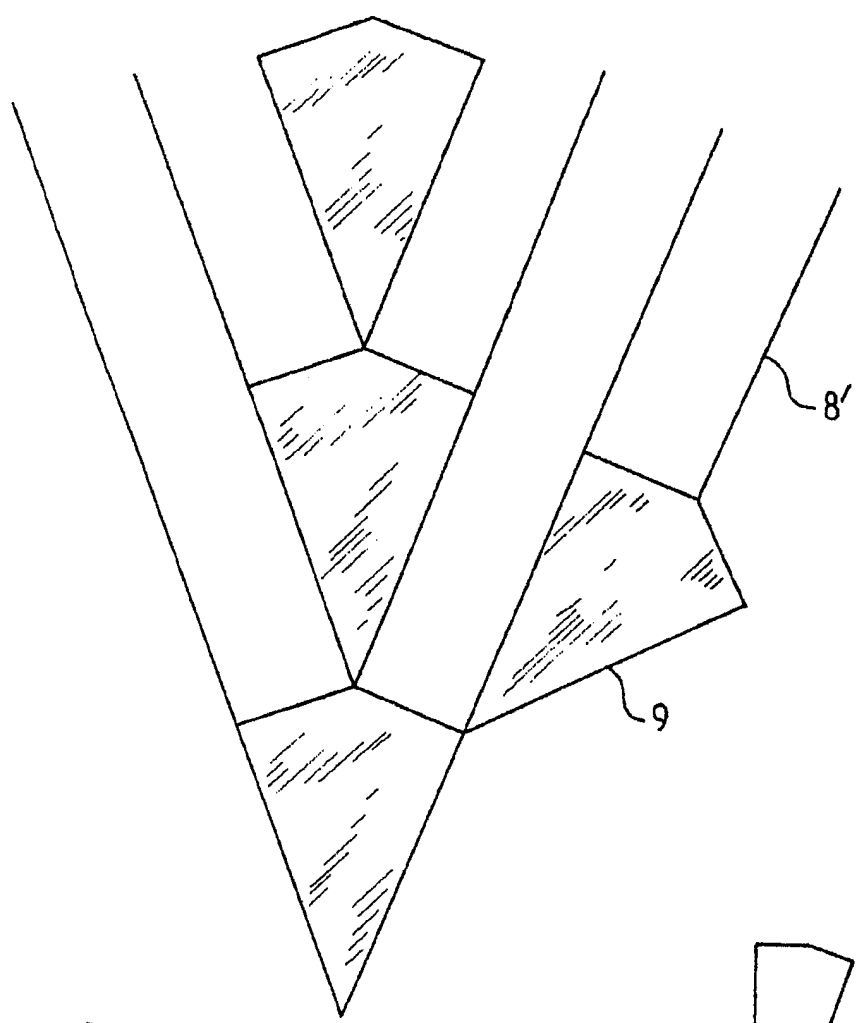


FIG. 5

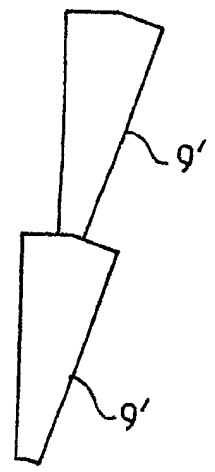


FIG. 8



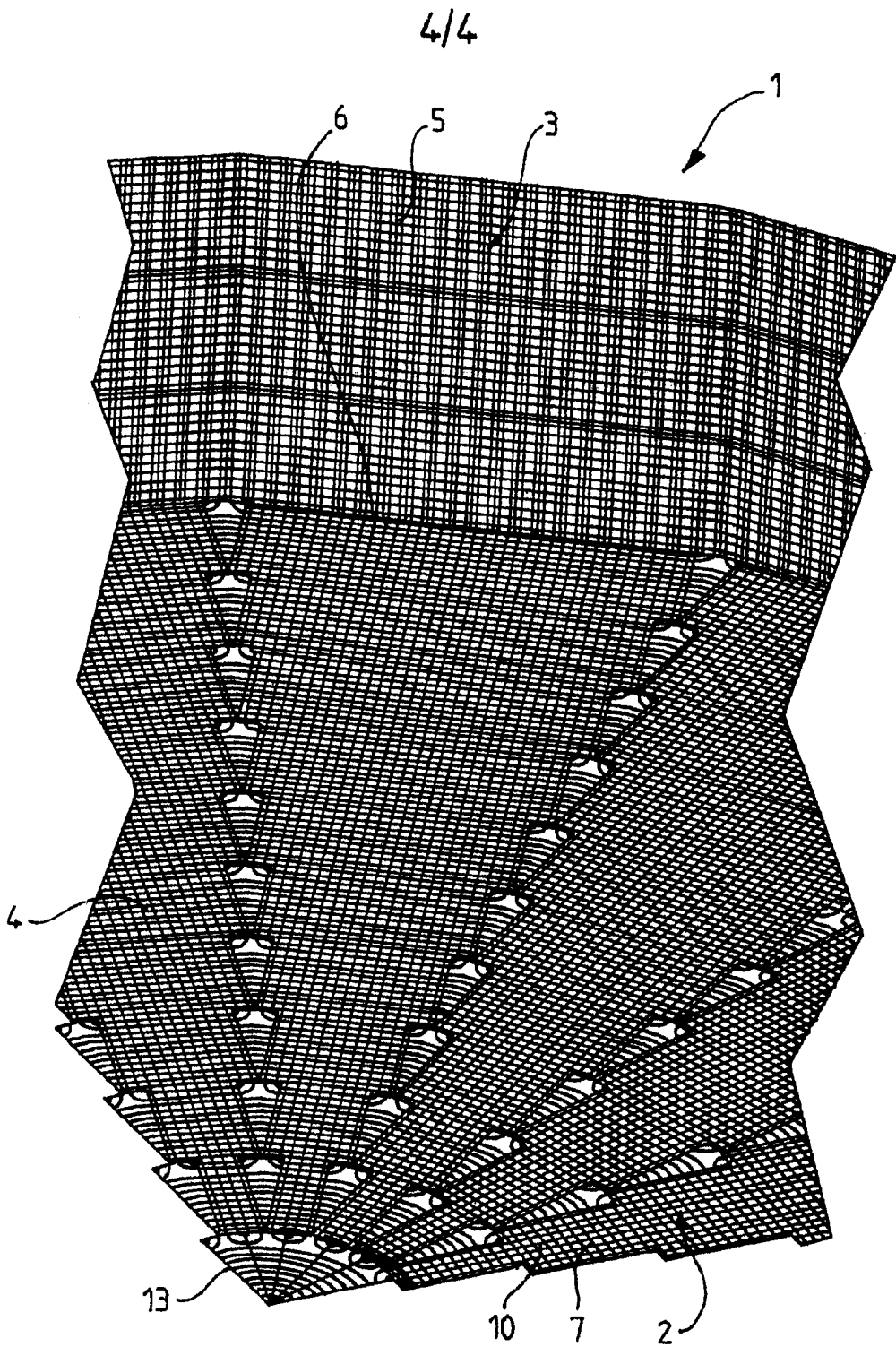


FIG.7