



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑤① Int. Cl.³: F 24 J

3/02

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein



⑫ FASCICULE DU BREVET A5

⑪

632 833

⑮① Numéro de la demande: 7080/79

⑮② Date de dépôt: 01.08.1979

⑮③ Priorité(s): 02.08.1978 FR 78 22786
15.05.1979 FR 79 12269
28.06.1979 FR 79 17407

⑮④ Brevet délivré le: 29.10.1982

⑮⑤ Fascicule du brevet
publié le: 29.10.1982

⑮⑦ Titulaire(s):
Rhône-Poulenc Industries, Paris 8e (FR)

⑮⑦ Inventeur(s):
Jean-Louis Marchand, Lyon (FR)
Daniel Semanaz, Charly-Vernaison (FR)

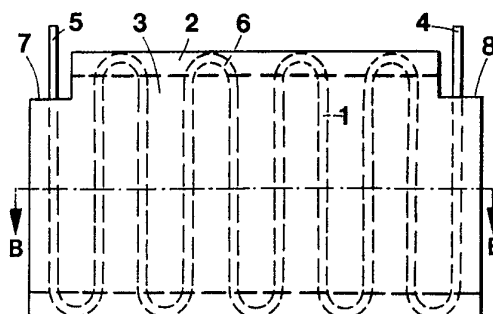
⑮⑦ Mandataire:
Kirker & Cie, Genève

⑮⑤ Elément absorbéur de radiations solaires.

⑮⑦ Il comporte un tube (1) ayant des zones rectilignes et servant à la circulation du fluide caloporteur. Il est réalisé en un matériau choisi parmi les caoutchoucs organiques ou organosiliciques ou les produits thermo-plastiques organiques.

Deux feuilles thermoconductrices (2, 3) flexibles de structure continue ou discontinue sont fixées deux à deux, face contre face en enserrant entre elles les zones rectilignes du tube.

Cet élément absorbéur est destiné principalement à la réalisation de capteurs de l'énergie solaire.



REVENDECATIONS

1. Élément absorbteur des radiations solaires, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un tube ayant au moins une zone rectiligne ou ondulée autour d'un axe rectiligne, servant à la circulation du fluide caloporteur et étant réalisé en un matériau choisi parmi les caoutchoucs organiques ou organosiliciques ou les produits thermoplastiques organiques, et au moins deux feuilles thermoconductrices flexibles de structure continue ou discontinue fixées deux à deux, face contre face, en enserrant entre elles au moins une zone de tube.

2. Élément absorbteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rapport de la largeur ou de la part de largeur de feuille thermoconductrice associée à une zone de tube, au diamètre extérieur du tube, est compris entre 2,5 et 10.

3. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'entre deux feuilles thermoconductrices sont enserrées au moins deux zones de tube reliées entre elles par un coude.

4. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le tube a un diamètre extérieur compris entre 5 et 50 mm, de préférence compris entre 7 et 40 mm.

5. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le tube est formé d'un matériau thermoplastique organique choisi parmi le polyéthylène basse densité, le polychlorure de vinyle, les polyamides et les polyesters.

6. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le tube est formé d'un caoutchouc organique choisi parmi les caoutchoucs butyles, éthylènes/propylènes et polyuréthannés.

7. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le tube est formé d'un caoutchouc organosilicique obtenu par durcissement à chaud de compositions comportant principalement des gommés diorganopolysiloxaniques, des charges minérales et des peroxydes organiques.

8. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les feuilles thermoconductrices sont fixées deux à deux, face contre face, par thermocollage, soudure ou rivetage.

9. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les feuilles thermoconductrices sont des feuilles métalliques.

10. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les feuilles métalliques de structure continue sont des tôles d'épaisseur comprise entre 0,02 et 0,3 mm.

11. Élément absorbteur selon la revendication 9, caractérisé en ce que les feuilles métalliques de structure discontinue sont un tissu de fils métalliques de diamètre compris entre 0,1 et 0,4 mm.

12. Élément absorbteur selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que les feuilles métalliques sont en aluminium.

13. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la face extérieure de la feuille thermoconductrice exposée au soleil est de couleur foncée et d'aspect mat.

14. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que la face de l'élément absorbteur non exposée au soleil est recouverte d'une couche d'un matériau cellulaire.

15. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que le tube est renforcé par un gainage extérieur constitué d'un réseau de fibres synthétiques ou de fibres de verre.

16. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que le tube est renforcé par un gainage extérieur constitué d'un réseau de fils métalliques de diamètre moyen compris entre 0,05 et 0,4 mm.

17. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1, 2 et 4 à 16, caractérisé en ce qu'il comporte une seule zone enserrée entre deux feuilles thermoconductrices.

18. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1, 2 et 4 à 16, caractérisé en ce qu'une zone du tube est enserrée entre deux feuilles thermoconductrices en forme de ruban sensiblement selon l'axe médian des rubans.

19. Élément absorbteur selon l'une des revendications 1, 2 et 4 à 16, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs tubes, reliés en série et disposés en zigzag, chaque tube comportant une zone enserrée entre deux feuilles thermoconductrices, les tubes étant disposés de façon telle que les feuilles thermoconductrices soient sensiblement dans le même plan ou dans des plans parallèles.

20. Élément absorbteur selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'il comprend une juxtaposition latérale de plusieurs zones du tube et que les parties de tube reliant en série les zones du tube sont dénudées et en forme de coude.

21. Procédé de fabrication de l'élément absorbteur selon la revendication 20, caractérisé en ce qu'on dénude, à intervalles réguliers ou non le long de l'élément absorbteur, des parties du tube, en découpant les rubans pour constituer des segments d'élément absorbteur, chaque partie dénudée ayant pour longueur au moins la largeur dudit ruban, et en ce qu'on plie en zigzag l'élément absorbteur aux endroits des parties dénudées, pour former des coudes de façon telle que les rubans des segments de l'élément absorbteur soient sensiblement dans le même plan ou dans des plans parallèles.

La présente invention concerne un élément absorbteur des radiations solaires, destiné à équiper des capteurs de l'énergie solaire.

Il existe de nombreux modes de réalisation de capteurs de l'énergie solaire basés sur l'effet de serre associé à l'effet de corps noir. Ces capteurs comportent généralement des plaques creuses ou des tubes absorbant les radiations solaires, placés à l'intérieur d'enceintes transparentes assurant l'effet de serre. A l'intérieur des plaques ou des tubes circulent des fluides caloporteurs destinés à transporter la chaleur due aux radiations solaires vers des zones plus froides.

De tels capteurs de l'énergie solaire sont décrits par exemple dans la demande de brevet français publiée sous le numéro 2298066. Le capteur décrit dans cette demande comporte, à l'intérieur d'une enceinte, un élément absorbteur constitué d'une plaque métallique à surface rugueuse ou peinte en noir; sur la face non exposée au soleil est fixé un serpentín tubulaire en métal. Bien qu'un tel élément absorbteur convienne généralement bien, il présente des inconvénients. En effet, il est lourd et rigide et, de ce fait, encombrant, ce qui le rend malaisé à installer et à transporter.

On a alors envisagé de réaliser des éléments absorbteurs qui ne soient pas rigides et qui peuvent être enroulés afin de faciliter le transport. De tels éléments absorbteurs sont décrits dans la demande de brevet français publiée sous le numéro 2307233. L'élément absorbteur décrit dans cette demande de brevet consiste en une matière flexible, façonnée de manière à constituer un circuit de canaux pour la circulation du fluide caloporteur. Un tel élément absorbteur est facilement transportable puisqu'il peut être enroulé, mais il présente l'inconvénient de mal résister au gel ou à une pression du fluide caloporteur supérieure à la pression atmosphérique; de plus, la circulation du fluide caloporteur subit des changements de direction de 180° qui créent des pertes de charges importantes.

Le but de l'invention est de créer un élément absorbteur de radiations solaires qui soit facilement transportable tout en assurant une bonne absorption des radiations solaires et qui soit de faible prix de revient et de mise en place aisée.

L'élément absorbteur des radiations solaires selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comporte au moins un tube ayant au moins une zone rectiligne, tube servant à la circulation du fluide caloporteur et étant réalisé en un matériau choisi parmi les caoutchoucs organiques ou organosiliciques ou les produits thermoplastiques organiques, et au moins deux feuilles thermoconductrices flexibles de structure continue ou discontinue fixées deux à deux, face contre face, en enserrant entre elles au moins une zone rectiligne de tube.

Le tube servant à la circulation du fluide caloporteur doit être en un matériau présentant une bonne résistance au vieillissement thermique et à la corrosion tout en ayant une conductibilité thermique suffisante. De plus, si le tube est utilisé pour véhiculer de l'eau sanitaire, le matériau doit être de qualité alimentaire et résistant à l'entartrage.

Le tube peut, par exemple, être réalisé en un matériau choisi parmi :

- les matériaux thermoplastiques organiques, comme le polyéthylène basse densité, le polychlorure de vinyle, les polyamides et les polyesters, et

- les matériaux en élastomères, comme les caoutchoucs organiques naturels ou synthétiques et les caoutchoucs organosiliciques.

Les caoutchoucs organiques sont, de préférence, choisis dans le groupe de ceux résistant à la chaleur, tels que les caoutchoucs butyles, éthylènes/propylènes et polyuréthannes.

Les caoutchoucs organosiliciques ont tous une bonne résistance à la chaleur ; ils peuvent donc être choisis dans le groupe de ceux facilement extrudables et durcissables. Préférentiellement, on utilise les élastomères obtenus par durcissement à chaud, au-dessus de 100 °C, de compositions renfermant principalement des gommes diorganopolysiloxaniques, des charges minérales et des peroxydes organiques.

De telles compositions sont décrites dans les brevets français publiés sous les numéros 1142443, 1382285, 1486530 et 2017663.

On peut également utiliser les élastomères obtenus par durcissement à chaud, au-dessus de 60 °C, de compositions renfermant principalement des polymères diorganopolysiloxaniques portant une faible quantité de radicaux vinyliques ou allyliques (environ 0,1 à 1 % par rapport à l'ensemble des radicaux liés aux atomes de silicium), éventuellement des charges minérales, des hydrogène-organopolysiloxanes et un catalyseur au platine.

De telles compositions sont décrites dans les brevets français publiés sous les numéros 1314679, 1360908, 1511598, 2016914 et 2202915.

La section du tube peut être de forme géométrique simple, par exemple ovale, elliptique, carrée ; de préférence, la section du tube est circulaire.

Le diamètre des tubes (le terme diamètre utilisé ici s'applique au diamètre externe) peut varier dans un grand intervalle de valeurs. Si l'on veut toutefois fabriquer des absorbeurs manipulables et faciles à installer, il est avantageux de choisir des tubes dont le diamètre est compris entre 5 et 50 mm, de préférence entre 7 et 40 mm ; l'épaisseur de la paroi des tubes, liée à ce diamètre, est comprise habituellement entre 0,2 et 4 mm, de préférence entre 0,3 et 3 mm.

Si le fluide caloporteur, qui peut être un gaz, par exemple de l'air, ou un liquide, par exemple de l'eau, circule dans le tube à une pression supérieure à la pression atmosphérique, ou si le liquide peut geler, le tube sera de préférence renforcé par un gainage extérieur constitué d'un réseau de fils ou fibres. Ce réseau peut être constitué de fils ou fibres synthétiques, par exemple en polyamide ou en polyester, ou de fibres de verre ou encore de fils métalliques. Le réseau peut être constitué soit à partir de fils uniques, tels que des crins, ou de fils ou de fibres mis préalablement sous forme de toron. Afin de constituer le réseau externe, les fils ou fibres peuvent être enroulés en hélice à l'extérieur du tube ; ils seront de préférence tressés, tricotés ou tissés.

Un gainage extérieur formé par un réseau de fils métalliques couvre avantageusement, à l'aide de ses fils, de 25 à 85 % de la surface du tube, de préférence de 30 à 75 %. Les fils métalliques peuvent être en cuivre, en aluminium ou en acier, et leur diamètre peut être compris entre 0,05 et 0,4 mm, de préférence entre 0,08 et 0,35 mm.

Le gainage extérieur peut être simultanément fabriqué et déposé à la surface externe du tube, directement à la sortie des extrudeuses ayant servi à fabriquer les tubes. Il assure aux tubes une résistance à des pressions de circulation des fluides supérieures à 10 bar.

Dans la présente description, on se référera, par commodité, seulement au tube. Il est bien entendu que ledit tube peut être gainé ou non et est destiné à véhiculer le fluide caloporteur.

Les feuilles thermoconductrices sont réalisées en un matériau bon conducteur de la chaleur. Elles peuvent être réalisées en matière plastique chargée, par exemple, de noir de carbone ou de particules métalliques. De préférence, elles sont réalisées en métal ; les métaux tels que le cuivre, l'acier et l'aluminium conviennent bien.

On utilise de préférence l'aluminium.

Par structure continue des feuilles thermoconductrices, on entend que la structure des feuilles ne comporte pas de trous ; ainsi, des feuilles de structure continue sont semblables à des films épais ou à des tôles minces.

L'épaisseur des feuilles thermoconductrices de structure continue doit être suffisante pour absorber et transmettre des flux importants de chaleur ainsi que pour résister aux tensions exercées sur les éléments absorbeurs lors de leur fabrication et pendant leur conditionnement et leur pose. Des épaisseurs comprises entre 0,02 et 0,3 mm conviennent généralement bien.

Par structure discontinue des feuilles thermoconductrices, on entend que la structure des feuilles comporte des trous ; ainsi, des feuilles de structure discontinue peuvent être constituées par exemple de tissus obtenus par tissage, tricotage, tressage ou torsadage.

Le tissu peut être réalisé avec des fils métalliques, par exemple de cuivre, d'acier et d'aluminium, dont le diamètre est compris entre 0,1 et 0,4 mm, de préférence entre 0,15 et 0,35 mm. Avantageusement, le tissu présente une texture serrée, de manière que la surface des trous représente au plus 60 % de la surface totale de la feuille.

L'épaisseur des feuilles thermoconductrices de structure discontinue est plus élevée que celle des feuilles thermoconductrices de structure continue ; elle peut atteindre, dans les zones où les fils se croisent, de 0,2 à 0,8 mm.

Les feuilles thermoconductrices sont fixées deux à deux, face contre face, en enserrant le tube de façon telle que, dans un plan sensiblement diamétral du tube, elles dépassent de part et d'autre de celui-ci.

Par largeur de feuille thermoconductrice associée au tube, on entend la largeur ou la part de largeur de la feuille thermoconductrice comptée perpendiculairement à l'axe du tube et qui participe aux échanges de chaleur avec la zone rectiligne dudit tube de part et d'autre de laquelle elle est située. Ci-après, lors de la description des divers modes de réalisation de l'élément absorbeur, on précisera cette notion.

L'homme de l'art pourra déterminer en fonction de l'épaisseur des feuilles thermoconductrices, du diamètre du tube, des quantités de chaleur à véhiculer, le rapport de la largeur de la feuille thermoconductrice associée au tube, au diamètre extérieur du tube. Généralement, le rapport de la largeur de feuille thermoconductrice associée au tube au diamètre du tube est compris entre 2,5 et 10, de préférence entre 3,5 et 8.

La fixation face contre face des feuilles thermoconductrices de structure continue peut, par exemple, être réalisée par collage à chaud. Cette technique implique l'utilisation de feuilles préalablement revêtues, sur une face, d'un vernis thermocollant à base de composés organiques usuels tels que du polyéthylène, des résines époxy ou acryliques ou polyimides, ou polyamides imides, ou encore du silicone.

Les faces enduites des feuilles sont placées l'une contre l'autre, et le collage a lieu par application, de part et d'autre de la zone où se trouve logé le tube, par exemple d'une roulette portée à la température de thermocollage du vernis. Généralement, cette température se situe entre 100 et 220 °C.

La fixation des deux feuilles peut être assurée par d'autres procédés de même efficacité que le thermocollage.

On peut, par exemple, fixer les feuilles par rivetage ou encore par soudure.

La fixation face contre face des feuilles thermoconductrices de structure discontinue est de préférence réalisée par soudure.

Ainsi, en employant des feuilles thermoconductrices formées de fils de cuivre, d'aluminium ou d'acier étamé, il est aisé, par passage de l'assemblage tube-feuilles entre deux rouleaux chauffés à environ 200-400 °C, à gorges circulaires, de fixer efficacement les deux feuilles par soudure de part et d'autre du tube, ce dernier se trouvant, avec la partie de feuille qui l'entoure, dans les gorges circulaires des rouleaux. Si les fils de cuivre, d'aluminium ou d'acier ne sont pas étamés, on peut souder les feuilles par points à l'aide d'un poste de soudage électrique.

Pour réaliser un élément absorbeur selon l'invention comportant une zone rectiligne de tube enserrée entre deux feuilles thermoconductrices en tissu tressé, il est préférable, au lieu d'introduire le tube entre les deux feuilles thermoconductrices, de fabriquer autour du tube une tresse circulaire dont le diamètre est nettement plus grand que celui du tube, par exemple de 1,6 à 6,4 fois plus grand. Pour la réalisation en marche continue de cette fabrication, on peut utiliser une bobineuse multifil qui fabriquera et déposera la tresse au fur et à mesure du défilement du tube.

Cette bobineuse peut comporter plusieurs dizaines de bobines, lesquelles dévident généralement des fuseaux groupant plusieurs fils.

L'assemblage tube/tresse circulaire peut ensuite être introduit entre les rouleaux chauffés, à gorges circulaires, utilisés précédemment. Ces rouleaux écrasent la tresse et l'étalent, sous une forme analogue à celle des feuilles, de part et d'autre du tube. Si les fils de cuivre, d'aluminium ou d'acier de la tresse sont étamés, les rouleaux effectuent conjointement l'écrasement de la tresse et la fixation par soudure, face à face, des feuilles en résultant. Si les fils ne sont pas étamés, les rouleaux effectuent seulement l'écrasement de la tresse, et il est nécessaire, comme précédemment, de souder ultérieurement les feuilles à l'aide, par exemple, d'un poste de soudage électrique.

De préférence, la face extérieure de la feuille thermoconductrice exposée aux rayons solaires est de couleur foncée et d'aspect mat. Pour cela, elle peut être enduite d'une peinture, par exemple noire, grise, verte, rouge ou bleue, destinée à absorber les rayons solaires.

La face de l'élément absorbeur non exposée au soleil peut être recouverte d'une couche d'un matériau cellulaire. Cette couche a pour rôle d'assurer un bon isolement thermique vis-à-vis de la surface sur laquelle cette face sera en contact après l'installation de l'élément absorbeur.

L'épaisseur du matériau cellulaire n'est pas critique; il est cependant judicieux, pour éviter d'augmenter sensiblement le coût de l'élément absorbeur, d'utiliser une épaisseur comprise entre 0,3 et 40 mm.

A titre indicatif, le matériau cellulaire peut être choisi parmi les mousses phénoliques, les mousses en polychlorure de vinyle ou les mousses en polyuréthane, ou encore être en laine de verre ou de roche.

On s'est référé ci-avant à deux feuilles thermoconductrices par commodité, mais il est bien entendu que des éléments absorbeurs comportant une feuille thermoconductrice exposée au soleil et une feuille thermoconductrice non exposée au soleil, obtenue par exemple par pliage d'une seule feuille thermoconductrice de surface égale à la somme des surfaces des deux feuilles thermoconductrices, font partie de l'invention et que, même dans ce cas, on se référera à deux feuilles thermoconductrices.

La forme géométrique des feuilles thermoconductrices n'est pas critique; on choisit de préférence des feuilles thermoconductrices de forme géométrique simple, par exemple carrée ou rectangulaire.

La compréhension de l'invention sera facilitée par les figures ci-jointes, qui illustrent à titre d'exemples, schématiquement et sans échelle déterminée, divers modes de réalisations d'éléments absorbeurs selon la présente invention.

La fig. 1 est une vue de dessus d'un premier mode de réalisation d'un élément absorbeur selon la présente invention.

La fig. 2 est une vue en coupe, par un plan AA perpendiculaire aux feuilles thermoconductrices et à l'axe, du tube de l'élément absorbeur selon la fig. 1.

La fig. 3 est une vue de dessus d'un second mode de réalisation de l'élément absorbeur selon la fig. 1.

La fig. 4 est une vue de dessus d'un troisième mode de réalisation d'un élément absorbeur selon l'invention.

La fig. 5 est une vue de dessus d'un quatrième mode de réalisation d'un élément absorbeur selon l'invention.

La fig. 6 est une vue en coupe, par un plan BB perpendiculaire aux feuilles thermoconductrices et aux axes, des zones rectilignes du tube d'un élément absorbeur selon les troisième ou quatrième-modes de réalisation et comportant une couche de matériau cellulaire sur la face extérieure de la feuille thermoconductrice non exposée au soleil.

La fig. 7 est une vue de dessus d'un cinquième mode de réalisation d'un élément absorbeur selon l'invention.

Les fig. 8 et 9 sont des vues de dessus d'un sixième et d'un septième mode de réalisation de l'élément absorbeur selon l'invention.

L'élément absorbeur selon l'invention, dont un premier mode de réalisation est représenté aux fig. 1 et 2, comporte un tube 1 sensiblement rectiligne et deux feuilles thermoconductrices 2, 3 fixées face contre face en enserrant le tube de façon telle que, de préférence dans un plan sensiblement diamétral du tube, elles dépassent de part et d'autre du tube.

La largeur des feuilles thermoconductrices associées au tube n'est pas quelconque; elle est choisie pour que le rapport de la largeur de feuille thermoconductrice associée au tube au diamètre extérieur du tube soit compris entre 2,5 et 10, de préférence entre 3,5 et 8. Ainsi, à un tube de 20 mm de diamètre extérieur est associée une largeur de feuille thermoconductrice comprise entre 50 et 200 mm.

Les feuilles thermoconductrices de l'élément absorbeur sont généralement étalées à plat sur le plancher des enceintes transparentes assurant l'effet de serre. Elles peuvent cependant prendre aisément une forme différente (par exemple parabolique, semi-cylindrique) afin d'assurer une meilleure concentration du flux de chaleur dans la direction du tube caloporteur.

Les feuilles thermoconductrices peuvent aussi être maintenues inclinées par rapport au plancher de l'enceinte par tout moyen approprié si le plancher de l'enceinte est horizontal. Cette disposition favorise l'absorption des radiations solaires.

L'élément absorbeur représenté à la fig. 1 a été réalisé en enserrant le tube 1 entre deux feuilles thermoconductrices de longueur telle que l'élément absorbeur obtenu soit directement utilisable dans une enceinte transparente. Lors de la mise en place, plusieurs éléments absorbeurs sont reliés avantageusement en série au moyen de raccords appropriés, montés aux extrémités du tube 1 et disposés en zigzag de façon analogue au mode représenté à la fig. 3.

Les feuilles thermoconductrices des éléments absorbeurs sont généralement situées dans le même plan ou dans des plans parallèles.

Plusieurs éléments absorbeurs reliés en série sont avantageusement réalisés à partir d'un tube unique, enserré à intervalles de préférence réguliers entre deux feuilles thermoconductrices, ce mode de réalisation évitant l'emploi de moyens de raccord entre deux éléments absorbeurs contigus.

Le mode de réalisation selon la fig. 3 peut aussi être effectué à partir d'un élément absorbeur de grande longueur, constitué d'un tube enserré entre deux feuilles thermoconductrices en forme de rubans, sensiblement selon l'axe médian desdits rubans. L'arrangement particulier représenté à la fig. 3 comporte alors une juxtaposition de segments d'éléments absorbeurs reliés entre eux en série par des coudes 6 qui sont des parties dénudées du tube.

Un élément absorbeur de grande longueur peut, par exemple, être réalisé en dirigeant le tube, fabriqué par extrusion, dès la sortie de l'extrudeuse et après gainage éventuel, entre les deux feuilles thermoconductrices qui se déroulent à la même vitesse que celle de l'avancement du tube. Un dispositif guideur à galets permet d'appliquer correctement les deux feuilles l'une sur l'autre, l'une étant placée au-dessus du tube et l'autre au-dessous.

Le mode représenté à la fig. 3 peut être ensuite obtenu selon le processus décrit ci-après.

On dénude, à des intervalles choisis, identiques ou différents, le long de l'élément absorbeur, des parties du tube par élimination (par exemple par découpage) des feuilles thermoconductrices jusqu'à mise à nu du tube. La longueur de chaque partie dénudée du tube a pour longueur au moins la largeur des feuilles thermoconductrices.

La limite supérieure de la longueur de chaque partie dénudée du tube est fonction de la géométrie recherchée de l'arrangement; il est toutefois préférable, pour réduire les surfaces à éliminer des feuilles thermoconductrices, de ne pas dépasser cinq fois la largeur de ces feuilles. Les parties dénudées du tube sont ensuite enduites de préférence, par exemple, d'une peinture de couleur foncée et mate.

On obtient donc dans cette première étape un ensemble formé de plusieurs segments d'éléments absorbeurs (analogues à des éléments absorbeurs tels que représentés à la fig. 1), reliés les uns aux autres par les parties dénudées du tube. La longueur de chaque segment et le nombre de segments dépend également de la géométrie recherchée pour l'arrangement.

Dans la deuxième étape, on plie cet ensemble en zigzag aux endroits des parties dénudées du tube pour former des coudes, tout en disposant les segments côte à côte de façon telle que les feuilles thermoconductrices des segments d'éléments absorbeurs soient sensiblement dans le même plan ou dans des plans parallèles, inclinés par rapport au plancher de l'enceinte transparente.

Les tubulures 4 et 5 d'entrée et de sortie du fluide caloporteur peuvent être des morceaux de tubes rapportés par exemple par soudage ou collage au tube 1; de préférence, ce sont des parties dénudées du tube 1.

L'élément absorbeur selon le troisième mode de réalisation représenté à la fig. 4 comporte entre deux feuilles thermoconductrices plusieurs zones rectilignes du tube 1 reliées en série et en zigzag par des coudes 6 qui ne sont pas enserrés entre les deux feuilles thermoconductrices. Des tubulures de raccordement 4 et 5 sont prévues pour la circulation du fluide caloporteur.

L'élément absorbeur selon le quatrième mode de réalisation représenté à la fig. 5 est analogue à l'élément absorbeur représenté à la fig. 4, mais les coudes 6 sont recouverts par la feuille thermoconductrice 2 exposée au soleil et non recouverts par la feuille thermoconductrice 3 non exposée au soleil. Les tubulures de raccordement peuvent être formées en dénudant le tube 1 par découpage, en 7 et 8, des feuilles thermoconductrices.

La fig. 6 est une vue en coupe, par un plan BB perpendiculaire aux feuilles thermoconductrices, d'un élément absorbeur selon les troisième et quatrième modes de réalisation pourvu, sur la face non exposée au soleil, d'une couche de matériau cellulaire 9.

Dans les troisième et quatrième modes de réalisation de l'élément absorbeur selon l'invention, les zones rectilignes du tube sont de préférence parallèles entre elles et régulièrement réparties entre les feuilles thermoconductrices.

La zone de feuille thermoconductrice délimitée par deux zones rectilignes contiguës du tube est associée par moitié aux deux zones rectilignes du tube qui la délimitent.

La distance entre deux zones rectilignes contiguës du tube est choisie de façon telle que le rapport de la part de largeur de la feuille thermoconductrice, qui participe aux échanges de chaleur avec une zone rectiligne dudit tube au diamètre extérieur dudit tube, soit compris entre 2,5 et 10, de préférence entre 3,5 et 8.

La description ci-avant se réfère aux zones rectilignes du tube; cela n'exclut pas la réalisation d'éléments absorbeurs en utilisant des tubes comportant par exemple des ondulations transversales autour d'un axe rectiligne. Un élément absorbeur selon l'invention comportant un tel tube est représenté, en vue de dessus, à la fig. 7.

Bien entendu, deux zones rectilignes adjacentes peuvent appartenir à un même tube (fig. 4) ou à deux tubes différents (fig. 8).

Les éléments absorbeurs selon l'invention peuvent également comporter plusieurs tubes enserrés entre les feuilles thermoconductrices. Deux modes de réalisation de tels éléments absorbeurs sont représentés fig. 8 et 9.

L'élément absorbeur selon l'invention, dont un sixième mode de réalisation est représenté à la fig. 8, comporte une pluralité de tubes 1 sensiblement parallèles enserrés entre deux feuilles thermoconductrices, chaque tube comportant des tubulures de raccordement 4, 5. De tels éléments absorbeurs sont avantageusement reliés en série, les tubes homologues de deux éléments absorbeurs adjacents étant reliés eux-mêmes en série.

L'élément absorbeur selon l'invention, dont un septième mode de réalisation est représenté à la fig. 9, comporte deux tubes 1 enserrés entre deux feuilles thermoconductrices, les deux tubes étant disposés entre les feuilles thermoconductrices d'une façon analogue à celle du tube de l'élément absorbeur selon le troisième mode de réalisation.

Bien entendu, les divers modes de réalisation de l'élément absorbeur selon l'invention décrits ci-avant ne sont nullement limitatifs, et d'autres modes de réalisation à la portée de l'homme de l'art font partie de la présente invention.

Par exemple, les zones rectilignes du tube peuvent être enserrées entre deux feuilles thermoconductrices telles que la feuille thermoconductrice non exposée au soleil se présente sous la forme d'une pluralité de segments de ruban, les zones rectilignes du tube étant enserrées sensiblement selon l'axe médian dudit ruban. La largeur de feuille thermoconductrice associée au tube sera, dans ce cas, la largeur de feuille thermoconductrice exposée au soleil associée au tube.

Les éléments absorbeurs selon la présente invention décrits ci-dessus sont principalement utilisés comme éléments absorbeurs de radiations solaires. Ils peuvent cependant également être utilisés comme échangeur de chaleur. Pour cela, il suffit d'envoyer dans le tube un fluide porté à une température supérieure d'au moins 20°C à celle de l'atmosphère que l'on désire chauffer. La puissance calorifique fournie par ces échangeurs est de l'ordre de celle des radiateurs usuels en fonte ou en tôle d'acier. Dans le cas de cette utilisation des éléments absorbeurs, il n'est pas indispensable, pour leur bon fonctionnement, de peindre d'une couleur mate et foncée la surface des feuilles thermoconductrices.

L'exemple 5 ci-après illustre l'utilisation d'un élément absorbeur selon l'invention comme échangeur de chaleur.

Les éléments absorbeurs de radiations solaires selon l'invention présentent de nombreux avantages.

En effet, comme ils ne sont pas rigides, il est aisé de les transporter sur les lieux de mise en œuvre sous forme de rouleaux, de les dérouler et de les découper à la longueur désirée. Le raccordement du tube de l'élément absorbeur au circuit de fluide caloporteur est facile à faire, puisqu'il suffit de dénuder les extrémités du tube et de les pourvoir de raccords appropriés.

De par le choix des matériaux utilisés pour leur construction, les éléments absorbeurs selon l'invention ne sont soumis qu'à de faibles contraintes thermiques et ils résistent bien au gel et à la corrosion. Le choix des matériaux utilisés pour le tube confère de plus à celui-ci une bonne résistance à l'entartrage et la qualité alimentaire.

Les éléments absorbeurs selon l'invention peuvent ainsi être disposés facilement dans des enceintes transparentes assurant l'effet de serre.

De plus, de tels éléments absorbeurs sont faciles à fabriquer et éventuellement à assembler, et le faible prix des matières premières entrant dans leur fabrication ainsi que leur facilité de pose procurent de grands avantages aux utilisateurs.

Les exemples ci-joints illustrent l'invention:

Exemple 1:

L'exemple ci-après décrit la fabrication d'un élément absorbeur selon l'invention pourvu de feuilles thermoconductrices de structure continue.

Un tube en élastomère silicone cru, de diamètre interne de 10 mm et de diamètre externe de 12 mm, est fabriqué par extrusion à la vitesse de 8 m/min.

L'élastomère silicone cru utilisé à la fabrication du tube est préparé par mélange des constituants suivant:

- 100 parties d'une gomme α - ω -bis(triméthylsiloxyl)diméthylpolysiloxanique, de viscosité de 45 000 000 cPo à 25°C, contenant 0,3% de motifs méthylvinylsiloxyl,
- 60 parties d'une silice de combustion, de surface spécifique de 200 m²/g, traitée par de l'octaméthylcyclotétrasiloxane,
- 3 parties d'une huile α - ω -dihydroxydiméthylpolysiloxanique de viscosité de 50 cPo à 25°C,
- 2 parties d'un empâtage à 50% en poids, dans une huile silicone, du peroxyde de dichloro-1,4-benzoyle.

A la sortie de l'extrudeuse, il circule pendant 30 s dans un four chauffé à 280°C, ce qui a pour effet de réticuler l'élastomère, puis le tube passe dans une bobineuse multifil mettant en œuvre des fibres de verre formées chacune de 32 brins élémentaires.

Le tube sort de la bobineuse muni d'une tresse en fibres de verre. Il est alors dirigé entre deux rubans d'aluminium recuit; chaque ruban a 6 cm de largeur, 0,012 cm d'épaisseur et présente une face enduite d'un vernis acrylique thermocollant, fondant vers 150°C.

Les deux rubans sont ensuite appliqués à l'aide d'un dispositif guideur à galets, face contre face, tout en enserrant le tube gainé, les faces en contact étant celles qui sont enduites du vernis acrylique.

Le collage des rubans est réalisé par passage de l'élément absorbeur préformé sous deux roulettes métalliques chauffés à 180°C, espacés de 1,6 cm, qui s'appuient sur la zone des rubans située de part et d'autre du logement du tube gainé.

Finalement, l'une des deux faces de l'élément absorbeur est enduite d'une peinture noire, mate, résistant aux radiations solaires.

Exemple 2:

Cet exemple décrit la préparation, à l'aide d'un élément absorbeur selon l'exemple 1, d'un arrangement selon la fig. 3 et l'emploi de cet arrangement pour le captage des radiations solaires.

Tout le long d'un élément absorbeur de grande longueur, et à intervalles réguliers, on met le tube gainé à nu sur une longueur de 14 cm par un découpage approprié des rubans en aluminium. On obtient de cette façon un ensemble comportant 12 segments d'élément absorbant, d'une longueur de 150 cm chacun, reliés les uns aux autres par les parties dénudées du tube gainé. Ces parties sont peintes avec la peinture précédemment utilisée.

Les segments d'élément absorbeur sont disposés selon l'arrangement représenté à la fig. 3, puis installés dans le fond d'un caisson parallélépipédique en polyester stratifié de longueur 170 cm, de largeur 70 cm et de hauteur 3 cm; ce caisson est recouvert d'une plaque de verre de 5 mm d'épaisseur.

On place le caisson sous une inclinaison de 45°, sur une terrasse exposée au sud, et on fait circuler dans le tube un courant d'eau sous une pression de 1 bar.

Ce courant d'eau traverse et chauffe un réservoir de 70 l d'eau.

On mesure l'énergie solaire reçue à l'aide d'un solarimètre et l'énergie captée à l'aide d'un compteur de calories.

Les essais ont lieu chaque jour de 10 à 18 h.

Les résultats des mesures indiquent que, pour un ensoleillement fournissant au capteur (formé de l'élément absorbeur et du caisson) une puissance moyenne journalière située entre 300 et 600 W/m², le rendement du capteur varie de 40 à 60%.

Exemple 3:

L'exemple ci-après décrit la fabrication d'un élément absorbeur selon l'invention, pourvu de feuilles thermoconductrices de structure discontinue.

Un tube en élastomère silicone de diamètre interne de 10 mm et de diamètre externe de 12 mm, identique au tube utilisé à l'exemple 1, est introduit à la vitesse de 8 m/min dans une première bobineuse

multifil comportant 24 bobines qui dévident chacune un fuseau de quatre fils en cuivre étamé, le diamètre du fil étant de 0,2 mm. Le tube sort de la première bobineuse gainé d'une tresse d'un peu plus de 12 mm de diamètre, dont les fils couvrent environ 45% de la surface extérieure du tube. Le tube gainé est introduit, toujours à la vitesse de 8 m/min, dans une deuxième bobineuse multifil comportant 36 bobines qui dévident chacune un fuseau de 11 fils en cuivre étamé, le diamètre du fil étant de 0,3 mm.

Le tube sort de la deuxième bobineuse multifil gainé de la tresse de 12 mm de diamètre et entouré d'une tresse circulaire de 40 mm de diamètre. L'ensemble passe alors entre deux rouleaux métalliques, à gorges circulaires, placés l'un au-dessus de l'autre et chauffés à 300°C; ce dispositif aplatit la tresse circulaire de 40 mm de diamètre, de part et d'autre du tube. Il a ainsi été réalisé un élément absorbeur selon l'invention comprenant un tube en élastomère silicone gainé d'une tresse en fils de cuivre et pourvu de deux feuilles thermoconductrices de toile tressée ayant chacune sensiblement 6 cm de largeur, jointes sur leurs bords, le tube étant intercalé et centré entre les deux feuilles.

Pour améliorer ses propriétés absorbantes, l'élément absorbeur est finalement enduit, sur une face, d'une peinture noire, mate, résistant aux radiations solaires.

Exemple 4:

Cet exemple décrit la préparation, à l'aide d'un élément absorbeur selon l'exemple 3, d'un arrangement selon la fig. 3 et l'emploi de cet arrangement pour le captage des radiations solaires.

On découpe, à intervalles réguliers tout le long d'un élément absorbeur de grande longueur, les feuilles thermoconductrices de toile tressée de manière à dégager, pour chaque intervalle, le tube gainé sur une longueur de 14 cm; on obtient un ensemble de 12 segments de 150 cm de longueur chacun, reliés les uns aux autres par les parties dégagées du tube gainé; ces parties sont peintes avec la peinture précédemment utilisée.

Ces 12 segments sont placés côte à côte, selon le mode d'arrangement représenté à la fig. 3, dans le fond d'un caisson de polyester stratifié de 170 × 70 × 3 cm de dimensions, la face peinte des segments étant tournée vers le haut du caisson. Le caisson est fermé à l'aide d'une plaque en polyester (polymaléophthalate de propylène) ayant sur sa surface externe une couche de polyfluorure de vinylidène qui arrête les radiations ultraviolettes; le capteur ainsi obtenu est utilisé dans les conditions indiquées à l'exemple 1, pour chauffer un réservoir de 70 l d'eau. Les résultats des mesures sont de l'ordre de ceux trouvés à l'exemple 2 avec un élément absorbeur pourvu de feuilles thermoconductrices de structure continue.

Exemple 5:

L'exemple ci-après décrit l'utilisation d'un arrangement selon l'exemple 2 comme échangeur de chaleur. Les feuilles thermoconductrices n'ont pas de face peinte en noir.

L'arrangement a une surface utile de 1 m² environ et est disposé sur un châssis métallique de 155 × 75 cm de dimensions; l'ensemble est posé verticalement sur le sol d'un atelier de 25 × 15 × 5 m de dimensions, dont la température est de l'ordre de 20°C. On fait alors fonctionner l'arrangement d'élément absorbeur comme un échangeur de chaleur, en envoyant dans son tube en élastomère silicone un courant d'eau chaude à un débit de 120 l/h et à une température d'entrée de 80°C.

On constate, par mesure de la différence de température entre l'entrée et la sortie du courant d'eau, que l'échangeur de surface de 1 m² fournit régulièrement à l'air de l'atelier une puissance calorifique de 450 W.

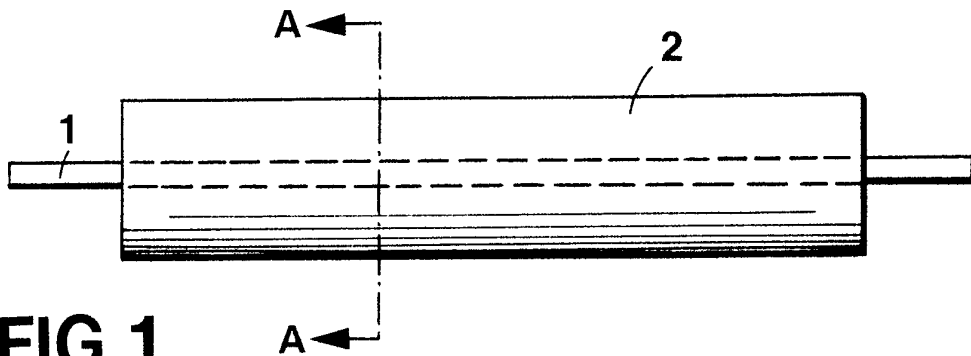
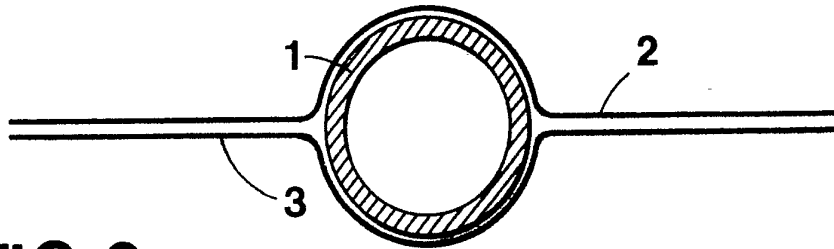
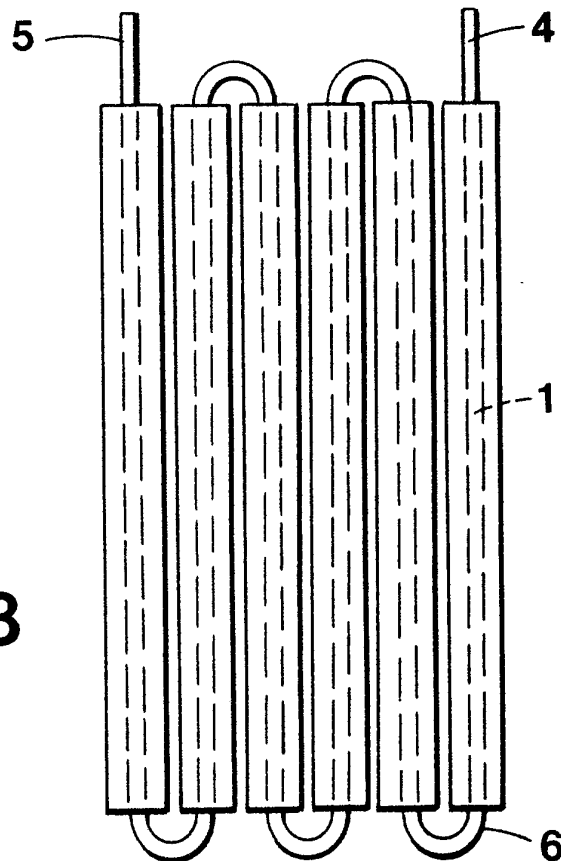
**FIG. 1****FIG. 2****FIG. 3**

FIG.4

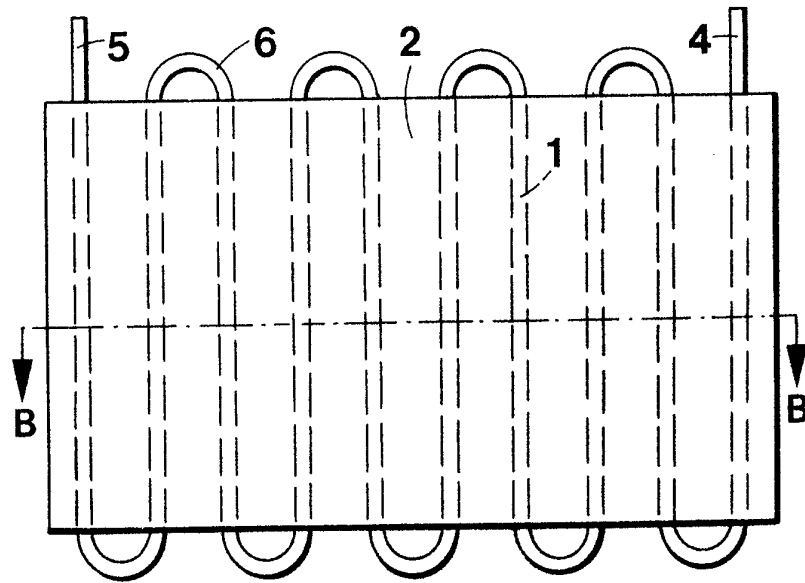


FIG.5

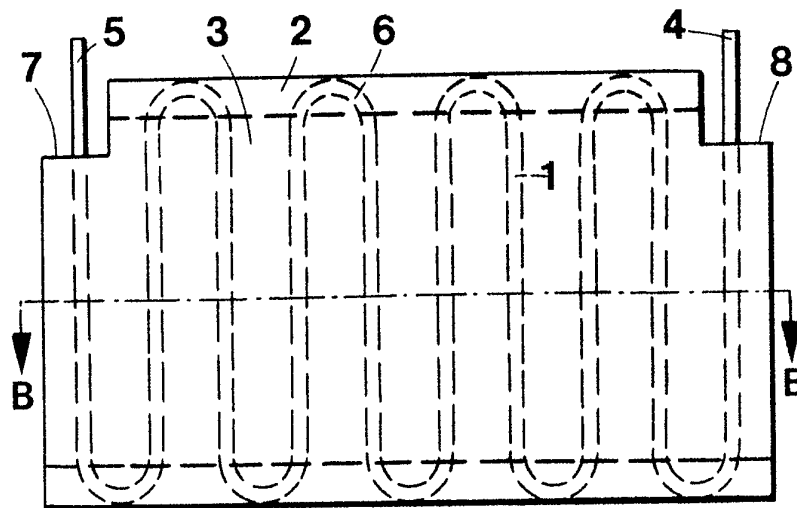


FIG.6

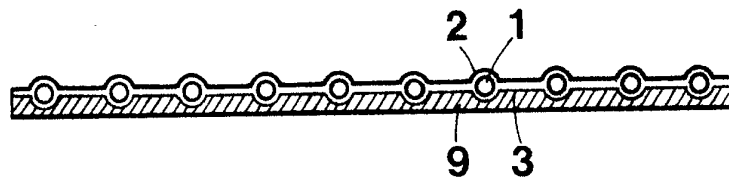


FIG.7

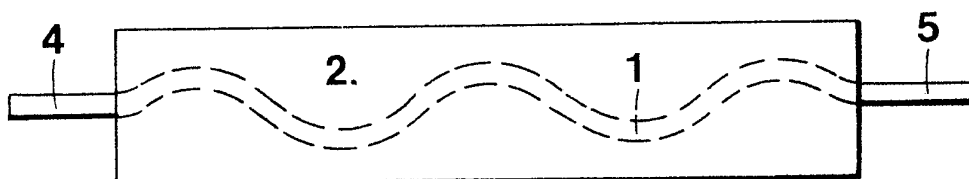
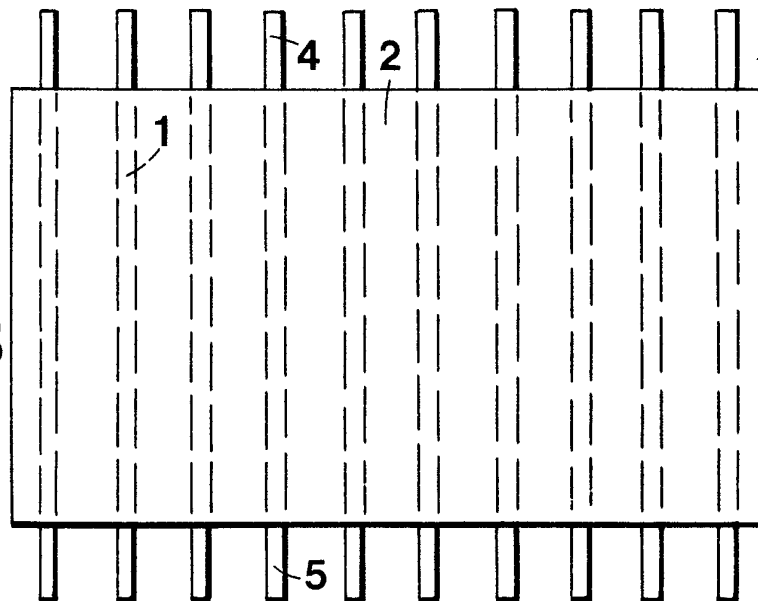


FIG.8**FIG.9**