

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 940 713

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

②1 N° d'enregistrement national :

09 02676

⑤1 Int Cl⁸ : G 21 C 3/352 (2006.01)

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 03.06.09.

③0 Priorité : 26.12.08 KR 1020080134519.

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 02.07.10 Bulletin 10/26.

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) : KOREA NUCLEAR FUEL CO., LTD.
— KR.

⑦2 Inventeur(s) : PARK JOON KYOO, EOM KYONG
BO, KIM KYU TAE, SUH JUNG MIN, PARK NAM GYU,
KIM JIN SUN, HA DONG GEUN, KIM KYOUNG JOO,
LEE JIN SEOK, LEE SEONG KI, JEON KYEONG LAK,
KIM LI KYU, KIM KANG HOON et PARK SUNG KEW.

⑦3 Titulaire(s) : KOREA NUCLEAR FUEL CO., LTD..

⑦4 Mandataire(s) : NOVAGRAAF IP.

⑤4 ENSEMBLE DE GRILLE DE COMBUSTIBLE NUCLEAIRE A CONFIGURATION D'AILETTES DE MELANGE A
EQUILIBRAGE HYDRAULIQUE.

⑤7 Est décrit un ensemble de grille d'espacement muni
d'ailettes de mélange supportant des barres de combustible
nucléaire et mélangeant un fluide caloporteur qui circule
autour des barres de combustible et en particulier une grille
d'espacement munie d'ailettes de mélange qui mélangent le
fluide caloporteur qui circule autour des barres de combus-
tible.

Grille d'espacement munie d'une configuration d'ailettes
de mélange à équilibrage hydraulique dans la grille d'espacement
munie d'une bande divisant une pluralité de cellules
unitaires et une pluralité de ressorts qui font saillie suivant
des directions uniformes des directions verticale et horizontale
sur une surface de grille de la bande et supportant des
barres de combustible nucléaire qui inclut: une pluralité
d'ailettes de mélange qui font saillie vers l'aval du fluide caloporteur
sur une extrémité supérieure de la surface de grille
interne, dans laquelle les positions et les directions des
ailettes de mélange sont formées en configuration régulière
sur la grille d'espacement. Ainsi elle peut réduire au minimum
les vibrations de la grille d'espacement induites par la
circulation du fluide caloporteur en équilibrant la charge hydraulique
générée par les ailettes de mélange autour du
centre des grilles d'espacement.

FR 2 940 713 - A1



Ensemble de grille de combustible nucléaire à configuration
d'ailettes de mélange à équilibrage hydraulique

Revendication de priorité

La présente demande est fondée sur et réclame la priorité de
5 la demande du brevet coréen numéro 10-2008-0134519 déposée
le 26 décembre 2008 auprès du Bureau de la Propriété
intellectuelle coréen (KIPO), dont l'intégralité est
intégrée ici en référence.

Arrière-plan technologique

10 1. Domaine de l'invention

La présente invention concerne une grille d'espacement
supportant des barres de combustible d'un ensemble de
combustible nucléaire, et plus particulièrement, un ensemble
de grille d'espacement muni d'une ailette de mélange qui
15 mélange le fluide caloporteur qui circule autour des barres
de combustible.

2. Description de l'art antérieur

Un réacteur nucléaire est un dispositif dans lequel des
réactions en chaîne nucléaires de matériaux de fission
20 nucléaire sont contrôlées artificiellement pour atteindre

différents buts tels que générer de la chaleur, produire des radio-isotopes et du plutonium ou former des champs de radiation.

De manière générale, un réacteur à eau légère utilise de
5 l'uranium enrichi jusqu'à environ 2 à 5 % en Uranium-235. L'uranium est fabriqué sous la forme de pastilles cylindriques qui pèsent environ 5 g destinées à être traitées comme combustible nucléaire utilisé dans un réacteur nucléaire. Les pastilles sont rassemblées par
10 centaines et insérées dans un tube de revêtement d'alliage de zirconium sous vide, et une coiffe d'extrémité supérieure est soudée après l'insertion du ressort et de gaz hélium dans le tube pour fabriquer une barre de combustible. Enfin, la barre de combustible est brûlée par réaction nucléaire
15 dans le réacteur nucléaire en formant un ensemble de combustible nucléaire.

L'ensemble de combustible nucléaire et ses éléments sont représentés sur les Figures 1 à 3.

La Figure 1 est un diagramme schématique illustrant un
20 ensemble général de combustible nucléaire, la Figure 2 est une vue en plan illustrant une grille d'espacement vue de dessus, et la Figure 3 est une vue en perspective éclatée illustrant la grille d'espacement en détails.

En faisant référence à la Figure 1, l'ensemble de
25 combustible nucléaire inclut un corps formé d'une coiffe d'extrémité supérieure 4, une coiffe d'extrémité inférieure 5, un tube de guidage 2 et une grille d'espacement 4, et une barre de combustible 3 supportée par un ressort 6 (voir la Figure 3) et une alvéole 7 (voir la
30 Figure 3) insérée et formée à l'intérieur de la grille d'espacement 4.

Pour empêcher les rayures sur la surface de la barre de combustible 3 et les détériorations du ressort 6 à l'intérieur de la grille d'espacement dans le cas de l'assemblage d'un ensemble de combustible, la surface de la barre de combustible 3 est peinte avec une laque et la barre de combustible 1 est insérée dans une structure de squelette, puis les coiffes d'extrémité supérieure et inférieure 1 et 5 sont fixées et attachées à celles-ci et enfin l'assemblage de l'ensemble de combustible nucléaire est terminé. Ensuite après l'assemblage, un processus de fabrication de l'ensemble est terminé en vérifiant les intervalles entre les barres de combustible, les distorsions, la longueur totale, les dimensions, etc., après enlèvement de la laque de l'ensemble terminé.

Si l'on fait référence aux Figures 2 et 3, la grille d'espacement 4 a la forme d'une grille par engagement mutuel de parties droites (non représentées) sur lesquelles chaque bande (une mince plaque de métal) est formée à des intervalles réguliers pour diviser des parties d'espace aux fins de l'insertion de chacune d'une pluralité de barres de combustible 3.

Les grilles d'espacement 4 sont agencées au nombre de 10 à 13 en haut et en bas et soudée sur le tube de guidage 2 dont la longueur est de 4 m. Le ressort 6 et l'alvéole 7 sont formés régulièrement dans chaque partie d'espace qui est divisée par la grille d'espacement 4. Le ressort 6 et l'alvéole 7 sont mis en contact avec la barre de combustible 3 (voir la Figure 1) pour maintenir l'intervalle des barres de combustible 3 (voir la Figure 1), agencer les barres de combustible 1 en des positions déterminées et fixer la barre de combustible 1 du fait de l'élasticité du ressort 6.

De plus, la grille d'espacement 1 est munie d'une pluralité d'ailettes de mélange 8 (voir les Figures 2 et 3) qui sont intégrées sur les bandes à l'intérieur, qui font saillie vers l'aval de la circulation de fluide caloporteur et qui sont incurvées afin d'entourer la barre de combustible 3 pour favoriser le transfert de chaleur provoqué par le mélange du fluide caloporteur autour de la barre de combustible 3.

Le développement du combustible nucléaire a été récemment concentré sur l'efficacité de la combustion élevée et l'absence de défaut. L'un des obstacles importants qui interfèrent avec l'efficacité de combustion élevée est le phénomène auquel on fait couramment référence comme étant le DNB (échauffement critique). Le DNB est affecté par l'intervalle entre les barres de combustible nucléaire, la pression d'un système de réacteur nucléaire, le flux thermique, l'enthalpie du fluide caloporteur et la vitesse du fluide caloporteur.

Lorsque le DNB est généré, un film gazeux est formé sur la surface de la barre de combustible 1 dans une partie correspondante. Ensuite, du fait de la réduction du transfert de chaleur, la température des barres de combustible augmente rapidement. Si la condition est conservée, à la fin les barres de combustible sont détériorées.

En conséquence, le réacteur nucléaire doit fonctionner avec un niveau de flux thermique inférieur à celui auquel le DNB se produit. On fait référence à cette marge comme étant une marge thermique.

Le réacteur nucléaire présente normalement des régions de débit de flux neutronique ou de puissance volumique spéciales supérieures par rapport à d'autres régions. L'un

des facteurs qui peut donner naissance à ces régions est un canal de barre de commande destiné à l'insertion d'une barre de commande. Lorsque la barre de commande est retirée du canal de barre de commande, l'espace est rempli avec du fluide caloporteur qui est un modérateur. Ainsi, il augmente l'efficacité de la capacité de modération locale et augmente ainsi la puissance générée par les barres de combustible adjacentes.

Ces régions ayant la puissance volumique élevée sont des canaux chauds ayant un taux d'enthalpie supérieur à celui des autres canaux. Les canaux chauds limitent les conditions de fonctionnement maximum pour le réacteur nucléaire et la quantité de puissance, puisque les canaux atteignent la marge thermique critique en premier par rapport aux autres canaux.

Les combustibles nucléaires classiques ont tenté de réduire l'écart de puissance volumique à l'intérieur du réacteur nucléaire et d'améliorer les performances liées au DNB en fournissant des ailettes de mélange 8 intégrées dans la grille d'espacement 4, en changeant la circulation du fluide caloporteur et en mélangeant le fluide caloporteur, ce qui augmente le transfert de chaleur entre la barre de combustible 3 et le fluide caloporteur.

Les performances des ailettes de mélange sont affectées par les dimensions, la forme, l'angle de courbure et la position des ailettes de mélange. Les ailettes de mélange sont très efficaces dans les régions de canaux chauds dans des positions de barres de combustible adjacentes aux positions de tube de guidage aux fins d'insertion d'une barre de commande.

L'ailette de mélange classique a utilisé la configuration d'ailettes de mélange de fluide caloporteur uniforme dans la

région entière d'une grille d'espacement ou utilisé une configuration d'ailettes de mélange pour qu'elle soit la même demi-image de la grille d'espacement que celle de la moitié restante qui est réfléchié dans un miroir.

- 5 Dans une portion de la grille d'espacement des vibrations induites par la circulation du fluide caloporteur sont générées et cela peut ainsi provoquer une usure de contact de la barre de combustible.

10 La puissance hydraulique générée par les ailettes de mélange n'est pas équilibrée autour du centre de la grille d'espacement et ainsi elle fait vibrer la grille d'espacement.

En conséquence, on a demandé que la grille d'espacement améliore ses performances par rapport au DNB et réduise les vibrations générées par les ailettes de mélange. Dans le
15 brevet des Etats-Unis numéro 6 526 116 déposé le 2 juillet 1997 intitulé « Nuclear Fuel Assembly with Hydraulically Balanced Mixing Vanes (ensemble de combustible nucléaire muni d'ailettes de mélange à équilibrage hydraulique), comme
20 faisant partie de l'amélioration, on a suggéré qu'une grille d'espacement divise l'intégralité de la région de la grille d'espacement régulièrement autour du centre de la grille d'espacement suivant des angles uniformes et qu'elle ait la configuration d'ailettes de mélange uniforme dans chaque
25 section. De plus, la grille d'espacement à équilibrage hydraulique est formée en permettant que la configuration d'ailettes de mélange soit formée pour pouvoir tourner autour du centre de la grille d'espacement suivant des angles uniformes, ce qui permet que la configuration
30 d'ailettes de mélange soit symétrique par rapport au centre de la grille d'espacement.

Cependant, comme le montre la Figure 4 correspondant à la Figure 2 du brevet des Etats-Unis numéro 6 526 116 dans le cas d'une forme centrale de la grille d'espacement, dans le mode de réalisation donné à titre d'exemple, dans lequel la configuration à ailettes de mélange est appliquée à la grille d'espacement ayant une maille de 17 sur 17, elle peut équilibrer le moment hydraulique généré par l'ailette de mélange dans des régions, à l'exception d'une partie centrale de la grille d'espacement. Mais, du fait que la configuration de l'ailette de mélange qui est la plus proche du centre de la grille d'espacement tourne dans le même sens autour du centre de la grille d'espacement, un moment hydraulique fléchi vers le centre de la grille d'espacement est généré. En conséquence, il est difficile de conserver l'équilibre hydraulique des configurations d'ailettes de mélange de toutes les grilles d'espacement à la perfection.

La Figure 5 illustre une caractéristique de la partie centrale de la grille d'espacement de la Figure 2 dans laquelle la même configuration d'ailettes de mélange que celle décrite ci-dessus est appliquée à la grille d'espacement ayant une maille de 16 x 16. La Figure 5 montre une configuration dans laquelle le moment hydraulique n'est pas équilibré par les ailettes de mélange puisque l'ailette de mélange adjacente au centre de la grille d'espacement est agencée en une forme permettant de tourner dans le même sens autour du centre de la grille d'espacement.

Résumé

En conséquence, un objectif de la présente invention consiste à fournir une grille d'espacement munie d'une pluralité d'ailettes de mélange qui font saillie vers l'aval du fluide caloporteur à partir d'extrémités supérieures de surfaces internes de la grille d'espacement qui peuvent

conserver l'équilibre horizontal en agençant des positions et des directions des ailettes de mélange en configurations uniformes, lorsqu'elles sont opposées à une surface supérieure de la grille d'espacement et en réduisant les vibrations induites par la circulation du fluide caloporteur 5 générées dans la grille d'espacement.

Des avantages, objectifs et caractéristiques supplémentaires de l'invention seront précisés en partie dans la description qui suit et en partie apparaîtront aux spécialistes de la technique lorsqu'ils examineront la description suivante et 10 peuvent être acquis par la pratique de l'invention.

Selon un aspect de la présente invention, on propose une grille d'espacement avec des configurations d'ailettes de mélange à équilibrage hydraulique dans une grille 15 d'espacement ayant une structure de grille grâce à des bandes en intersection d'ensembles de combustible nucléaire qui incluent : une pluralité d'ailettes de mélange, intégrées dans des barres internes à l'intérieur de la grille d'espacement, qui font saillie vers l'aval de la circulation du fluide caloporteur, dans lesquelles les 20 positions et les directions des ailettes de mélange sont formées en une configuration lorsqu'elles sont face à un plan supérieur de la grille d'espacement.

La configuration de l'ailette de mélange est formée pour 25 être parallèle aux lignes standards par rapport à chacune de deux lignes standards et permettre aux ailettes de mélange, à l'exception de l'ailette de mélange qui est la plus près des lignes standards, d'être symétriques avec les lignes standards, lorsque deux lignes standards sont définies dans 30 les directions verticale et horizontale, qui passent par le centre de la grille d'espacement et sont perpendiculaires l'une par rapport à l'autre.

Selon un aspect de la présente invention, on fournit une grille d'espacement avec des configurations d'ailettes de mélange à équilibrage hydraulique, dans la grille d'espacement munie d'une bande divisée en une pluralité de cellules de grille unitaires et une pluralité de ressorts, qui font saillie vers la direction uniforme des directions verticale et horizontale sur des plans de grille de la bande et supportant des barres de combustible nucléaire, qui incluent : une pluralité d'ailettes de mélange qui font saillie vers l'aval du fluide caloporteur à partir d'une extrémité supérieure d'un plan de grille interne de la grille d'espacement, dans lesquelles les positions et les directions de l'ailette de mélange sont formées suivant une configuration uniforme sur la grille d'espacement.

15 Brève description des dessins

Les objectifs, caractéristiques et avantages ci-dessus ainsi que d'autres, de la présente invention apparaîtront plus clairement en lisant la description détaillée suivante prise conjointement avec les dessins joints, sur lesquels :

20 la Figure 1 est une vue schématique illustrant un ensemble de combustible nucléaire général ;

la Figure 2 est une vue en plan illustrant une grille d'espacement générale ;

25 la Figure 3 est une vue en perspective éclatée illustrant la grille d'espacement générale ;

la Figure 4 est une vue en plan illustrant une partie centrale d'une grille d'espacement ayant une maille de 17 x 17 avec des ailettes de mélange classiques ;

la Figure 5 est une vue en plan illustrant une partie centrale d'une grille d'espacement ayant une maille de 16 x 16 avec des ailettes de mélange classiques ;

la Figure 6 est une vue en plan illustrant une grille d'espacement sur laquelle une configuration d'ailettes de mélange selon la présente invention est appliquée ; et

la Figure 7 est une vue en plan illustrant un mode de réalisation donné à titre d'exemple souhaitable de la configuration d'ailettes de mélange selon la présente invention.

Description détaillée de modes de réalisation donnés à titre d'exemple

Ci-après, des modes de réalisation préférés de la présente invention seront décrits en détail en faisant référence avec le dessin joint. Les aspects et caractéristiques de la présente invention et procédés permettant d'atteindre les aspects et caractéristiques apparaîtront en faisant référence aux modes de réalisation qui doivent être décrits en détail en faisant référence aux dessins joints. Cependant, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-après et peut être mise en œuvre sous diverses formes. Les sujets définis dans la description, tels que la construction détaillée des éléments, ne sont que des détails spécifiques fournis pour aider les spécialistes de la technique à avoir une compréhension plus approfondie de l'invention, et la présente invention n'est définie que dans le cadre des revendications jointes. Dans l'intégralité de la description de la présente invention, les mêmes numéros de référence de dessins sont utilisés pour les mêmes éléments sur l'ensemble des différentes Figures.

Chaque partie d'espace divisée par une structure de grille d'une grille d'espacement est citée en référence comme étant une cellule de grille unitaire et une surface à l'intérieur de la cellule de grille est mentionnée en référence comme étant une surface de grille. De plus, si une surface de grille est définie comme direction verticale, toutes les surfaces de grille parallèles à celle-ci sont mentionnées en référence comme étant des surfaces de grille verticales et des surfaces de grille perpendiculaires aux surfaces de grille verticales sont mentionnées en référence comme étant des surfaces de grille horizontales. De plus, une direction axiale est mentionnée en référence comme étant une direction suivant laquelle une barre de combustible nucléaire est insérée, en tant que direction longitudinale de la cellule de grille unitaire.

La Figure 6 est une vue en plan illustrant une grille d'espacement vue de dessus et la Figure 3 est une vue en perspective éclatée illustrant un type de raccordement entre une surface de grille et une ailette de mélange en détail.

Si l'on fait référence à la Figure 6, le contour de la grille d'espacement a une forme rectangulaire avec la même longueur. Si l'on fait référence à la Figure 3, l'ailette de mélange 8 est intégrée dans des bandes internes, fait saillie vers l'aval du fluide caloporteur sur une extrémité supérieure de la surface de grille interne de la grille d'espacement et est incurvée dans une direction afin d'entourer la barre de combustible.

L'ailette de mélange 8 favorise le transfert de chaleur grâce au mélange du fluide caloporteur autour de la barre de combustible.

De plus, si l'on fait référence à la Figure 6, il faut comprendre que la grille d'espacement est munie d'une

pluralité d'ailettes de mélange à l'intérieur de la cellule de grille et que des positions et directions des ailettes de mélange sont formées en configuration uniforme sur une vue en plan de la grille d'espacement.

5 La Figure 7 illustre une région interne à l'exception d'une plaque de grille extérieure formant le contour d'une forme 9 de la grille d'espacement représentée sur la Figure 6 pour montrer des configurations uniformes des ailettes d'espacement de manière spécifique. Dans ce cas, des bandes
10 internes sont montrées sous la forme d'une ligne droite et des ailettes de mélange sont montrées sous la forme d'un triangle.

La Figure 7 illustre un mode de réalisation donné à titre d'exemple souhaitable de la grille d'espacement avec des
15 configurations d'ailettes de mélange à équilibrage hydraulique selon la présente invention.

Pour commodité, sont définies une ligne standard verticale 20 et une ligne standard horizontale 10
20 perpendiculaires l'une à l'autre et passant par le centre de la grille d'espacement.

Les ailettes de mélange 8 sont formées pour constituer l'agencement d'ailettes de mélange dans les régions gauche et droite 21 et 22 symétriques l'une par rapport à l'autre par rapport à la ligne standard verticale 20.

25 Les ailettes de mélange 8 sont formées pour constituer l'agencement des ailettes de mélange 8 dans les régions supérieure et inférieure 11 et 12 symétriquement l'une à l'autre, par rapport à la ligne standard horizontale 10.

De plus, l'ailettes de mélange 8 de la ligne standard
30 verticale 20 est formée pour avoir la même configuration que la région gauche 21 et l'ailette de mélange 8 de la ligne

standard horizontale 10 est formée pour avoir la même configuration que la région inférieure 12.

Ci-après, l'opération employée par le mode de réalisation donné à titre d'exemple de la présente invention va être expliquée.

Lorsque le fluide caloporteur circule dans les ensembles de combustible nucléaire insérés dans le réacteur nucléaire axialement, les ailettes de mélange munies de la grille d'espacement sont chargées hydrauliquement par le fluide caloporteur qui circule autour des ailettes de mélange.

La charge hydraulique réagit sous la forme d'un moment permettant de faire tourner la grille d'espacement par rapport au centre de la grille d'espacement. Lorsque le moment provoqué par les ailettes de mélange n'est pas en équilibre par rapport au centre de la grille d'espacement, les vibrations induites par le fluide caloporteur sont générées dans la grille d'espacement et provoquent ainsi une usure par contact sur la barre de combustible insérée dans la grille d'espacement.

En conséquence, dans le mode de réalisation donné à titre d'exemple expliqué ci-dessus de la présente invention, on peut réduire au minimum les vibrations induites par la circulation de fluide caloporteur dans la grille d'espacement du fait de l'équilibre de la puissance hydraulique autour du centre de la grille d'espacement, en formant les ailettes de mélange pour qu'elles soient symétriques par rapport à chacune des lignes standards verticale et horizontale qui passent par le centre de la grille d'espacement.

Tel que décrit ci-dessus, la grille d'espacement avec des configurations d'ailettes de mélange à équilibrage

hydraulique selon la présente invention produit les effets suivants.

La grille d'espacement est munie d'une pluralité d'ailettes de mélange qui font saillie vers l'aval du fluide caloporteur sur les extrémités supérieures des surfaces internes de la grille d'espacement. En conséquence, on peut conserver l'équilibre hydraulique de la grille d'espacement en formant l'agencement de positions et directions d'ailettes de mélange en des configurations uniformes, lorsqu'elles font face à une surface supérieure de la grille d'espacement et en réduisant au minimum les vibrations induites par la circulation du fluide caloporteur et générées par la grille d'espacement.

Les spécialistes de la technique comprendront que différents remplacements, modifications et changements de la forme et les détails peuvent être apportés dans la présente invention, sans qu'on s'éloigne de l'esprit ni du cadre de la présente invention, telle qu'elle est définie par les revendications suivantes. Par conséquent, il convient de noter que les modes de réalisation décrits ci-dessus n'ont qu'un but illustratif et ne doivent pas être interprétés comme des limitations de l'invention.

Revendications

1. Grille d'espacement à configuration d'ailettes de mélange à équilibrage hydraulique, dans une grille d'espacement munie d'une bande divisant une pluralité d'ailettes de mélange et une pluralité de ressorts qui font saillie dans des directions uniformes de chacune de la direction verticale et de la direction horizontale sur une surface de grille de la bande, ayant une élasticité uniforme et supportant des barres de combustible, comprenant :
- 5
- 10 une pluralité d'ailettes de mélange qui font saillie vers l'aval du fluide caloporteur sur une extrémité supérieure d'une surface de grille interne de la grille d'espacement, dans laquelle les positions et les directions des ailettes de mélange sont agencées selon des motifs uniformes sur la grille d'espacement.
- 15
2. Grille d'espacement selon la revendication 1, dans laquelle les motifs des ailettes de mélange sont formés pour produire des ailettes de mélange dans des régions gauche et droite d'une ligne standard verticale, symétriquement les unes par rapport aux autres, et constituer des ailettes de mélange dans des régions supérieure et inférieure de la ligne standard horizontale symétriquement les unes par rapport aux autres, en se fondant sur deux lignes standard dans les directions verticale et horizontale, en passant par le centre de la grille d'espacement et perpendiculaire l'une à l'autre sur une vue en plan de la grille d'espacement.
- 20
- 25
3. Grille d'espacement selon la revendication 2, dans laquelle les ailettes de mélange de la ligne standard verticale sont formées suivant la même configuration que les ailettes de mélange de la région gauche de la ligne standard verticale, et les ailettes de mélange de la ligne standard horizontale sont formées suivant la même configuration que
- 30

les ailettes de mélange de la région inférieure de la ligne standard horizontale.

FIG. 1

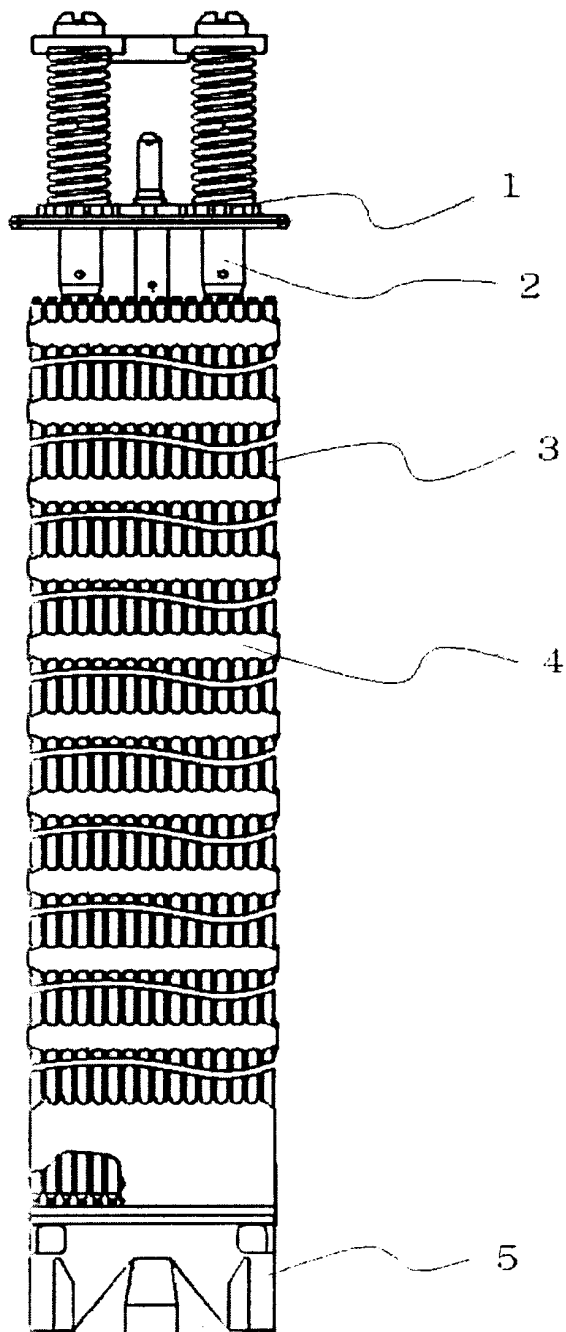


FIG. 2

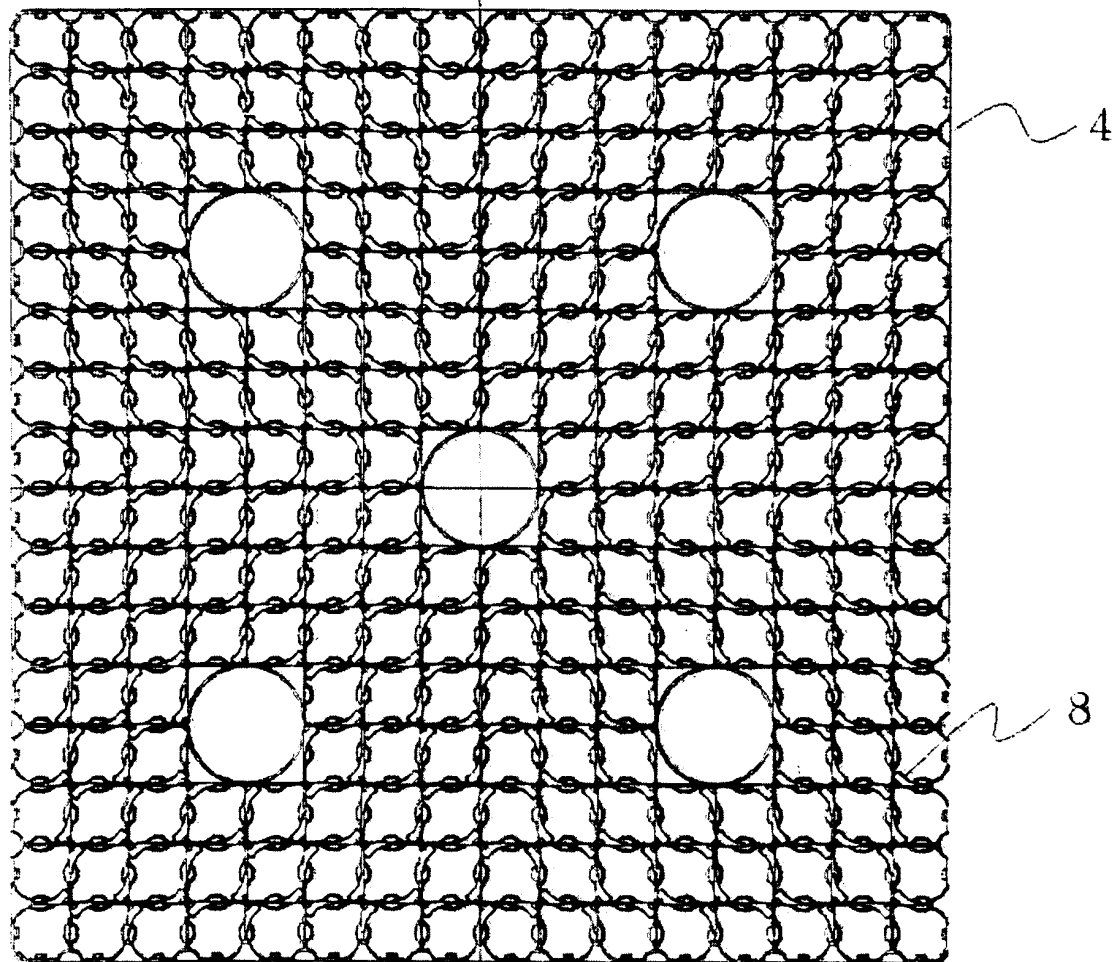


FIG. 3

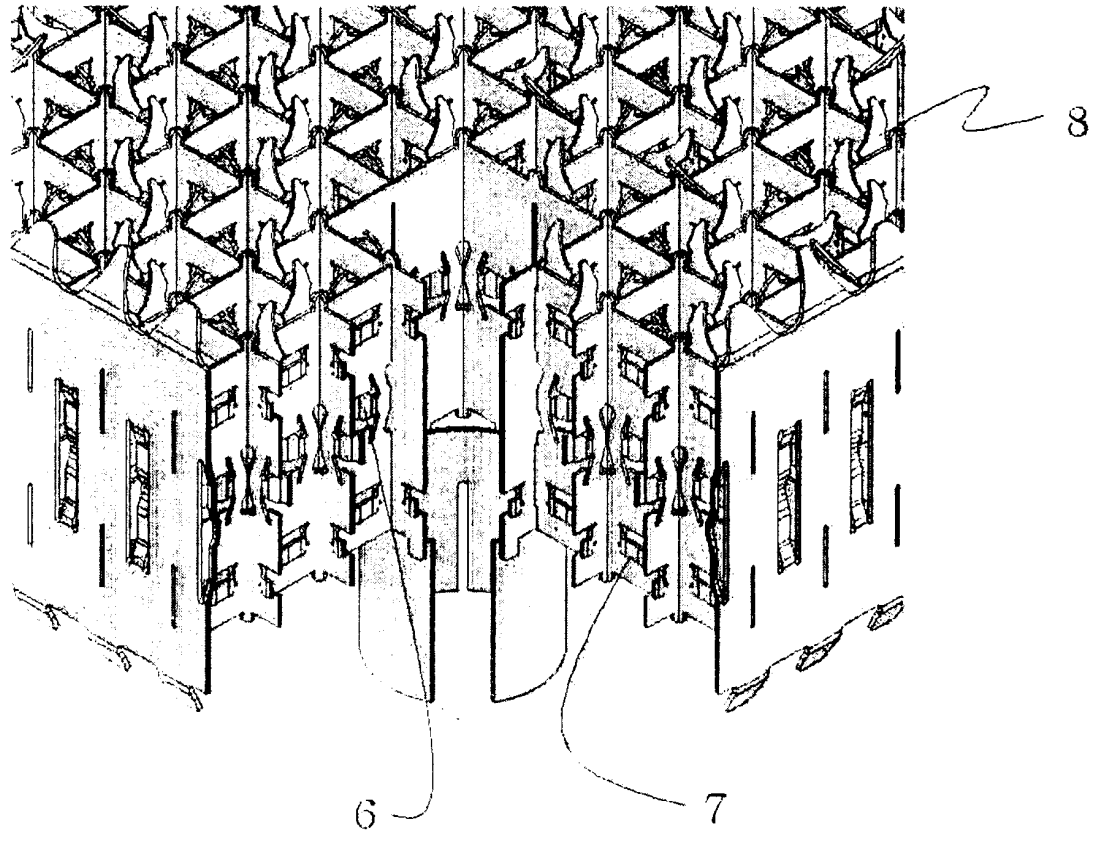
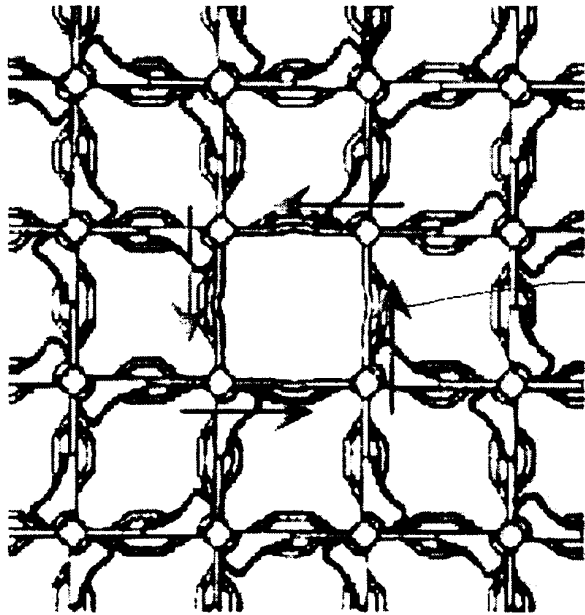
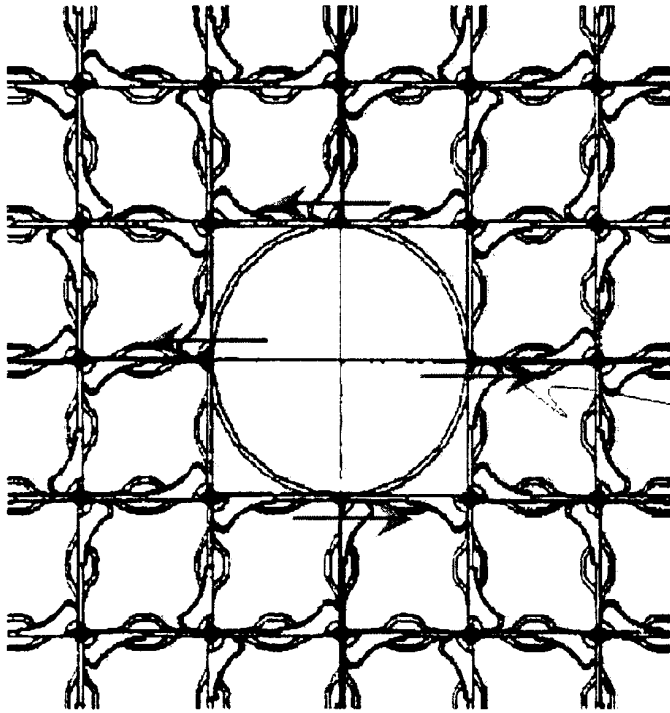


FIG. 4



Direction de la circulation du
fluide caloporteur généré par
les ailettes de mélange.

FIG. 5



Direction de la circulation
du fluide caloporteur généré par
les ailettes de mélange

FIG. 6

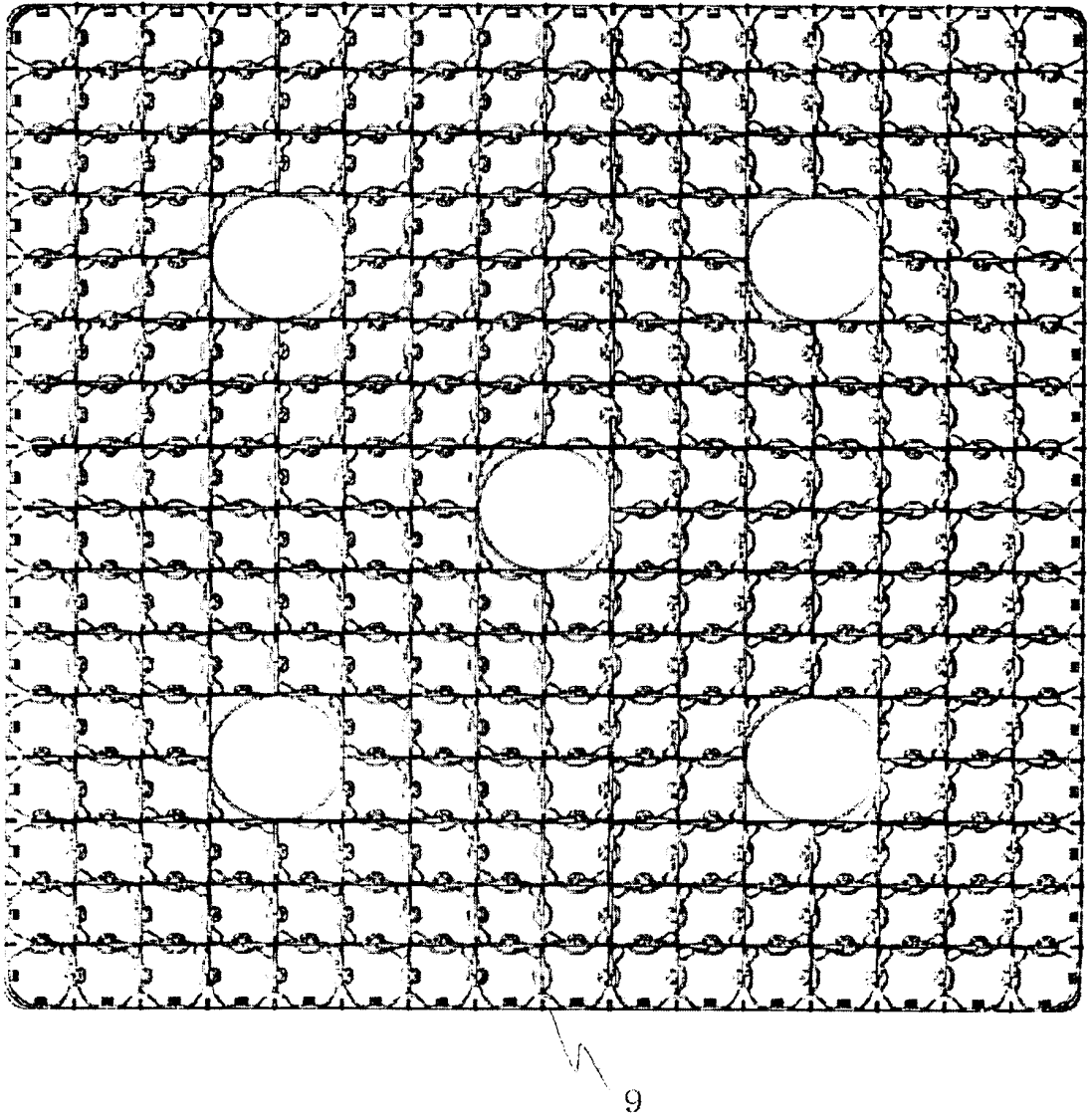


FIG. 7

