

⑰



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

⑪ Numéro de publication:

**0 056 744  
B1**

⑫

## FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet:  
14.12.83

⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: **F 28 F 9/00, F 28 F 9/22**

②① Numéro de dépôt: **82400008.7**

②② Date de dépôt: **05.01.82**

⑤④ **Perfectionnement aux échangeurs de chaleur à faisceaux de tubes droits ou ondulés, notamment aux systèmes de supportage des tubes et procédé de réalisation de ces systèmes de supportage.**

③⑩ Priorité: **08.01.81 FR 8100212**  
**16.02.81 FR 8102993**

⑦③ Titulaire: **Trepaud, Georges, 1, Rond-Point Bugeaud,**  
**F-75016 Paris (FR)**

④③ Date de publication de la demande:  
**28.07.82 Bulletin 82/30**

⑦② Inventeur: **Trepaud, Georges, 1, Rond-Point Bugeaud,**  
**F-75016 Paris (FR)**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:  
**14.12.83 Bulletin 83/50**

⑦④ Mandataire: **Flechner, Willy et al, CABINET**  
**FLECHNER 22, Avenue de Friedland, F-75008 Paris (FR)**

⑧④ Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE**

⑤⑥ Documents cités:  
**DE - A - 2 100 664**  
**DE - B - 1 303 351**  
**FR - A - 1 364 849**  
**FR - A - 1 491 534**  
**FR - A - 2 077 865**  
**FR - A - 2 172 799**  
**FR - A - 2 266 866**  
**FR - A - 2 293 684**  
**FR - A - 2 346 662**  
**FR - A - 2 355 191**  
**FR - A - 2 379 788**  
**FR - A - 2 461 221**  
**FR - E - 65 106**  
**GB - A - 1 306 864**  
**GB - A - 2 024 399**

⑤⑥ Documents cités: (suite)  
**US - A - 2 980 404**  
**US - A - 3 134 432**

**EP 0 056 744 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Perfectionnement aux échangeurs de chaleur à faisceaux de tubes droits ou ondulés, notamment aux systèmes de supportage des tubes et procédé de réalisation de ces systèmes de supportage

La présente invention concerne un échangeur de chaleur, et elle vise des perfectionnements aux échangeurs de chaleur, notamment applicables à un générateur de vapeur, à tubes droits, de préférence à des tubes ondulés, disposés suivant des nappes verticales, parallèles et maintenus à certains niveaux axiaux, par des systèmes de supportage concentriques dont chacun est constitué par une bande circulaire à alvéoles trapézoïdaux alternés, soudée à une bande de supportage et obturée, après mise en place des tubes, par une bande de fermeture à laquelle est soudée la bande de supportage du système de supportage suivant dans le sens radial de la calandre. Ces systèmes de supportage ont été décrits dans le FR-A-2 420 735.

Dans le cas préférentiel de la mise en œuvre de tubes ondulés présentant des ondulations situées d'un même côté de l'axe passant par les extrémités droites des tubes maintenues dans les ouvertures correspondantes prévues dans les plaques d'extrémité de la calandre, à la base des deux dômes généralement utilisés dans ce genre d'appareil, les tubes sont disposés de manière que les plans contenant leurs ondulations soient sensiblement tangents aux cercles des faisceaux tubulaires associés prévus entre la calandre et un tube central de l'échangeur de chaleur.

A cause des différences de température des fluides en présence dans l'appareil, les tubes ondulés se contractent ou se dilatent, plus particulièrement au niveau des ondulations dont les flèches varient, ce qui se traduit par une force tangentielle qui s'exerce sur les divers systèmes de supportage dans les alvéoles desquels sont emprisonnées les parties ondulées des tubes. Et, dans un même secteur des systèmes de supportage concentriques situés à un même niveau, le déplacement périphérique des différentes portions des systèmes de supportage de ce secteur croît du centre vers la calandre.

Les systèmes de supportage situés à un même niveau étant soudés les uns aux autres, des tensions préjudiciables peuvent se présenter dans certaines conditions thermiques de fonctionnement et conduire, pour le moins, à une détérioration desdits systèmes de supportage.

Aussi, pour remédier à cet inconvénient, il est prévu, selon l'invention, qu'au moins certains des systèmes de supportage, situés à un même niveau, sont indépendants des systèmes de supportage voisins et forment des groupes de systèmes de supportage, et que des bras radiaux sont prévus, pour l'appui desdits systèmes de supportage indépendants, dans l'espace situé entre la calandre et le tube central.

Suivant une forme de réalisation préférée, assurant une souplesse totale de l'ensemble des systèmes de supportage, tous les systèmes de supportage mobiles d'un même niveau sont indépendants l'un de l'autre, et des bras radiaux sont

prévus de part et d'autre de l'ensemble des systèmes de supportage d'un même niveau.

Grâce à cette disposition, les systèmes de supportage indépendants l'un de l'autre et appartenant à un même niveau, sont maintenus en place entre la calandre et le tube central de l'échangeur de chaleur qui peut donc également être monté et transporté en position horizontale.

Avantageusement, chaque bras radial est constitué par deux fers plats soudés sur chant, avec un certain écartement entre eux.

Suivant une autre forme de réalisation, on prévoit, au moins à certains niveaux, deux anneaux concentriques dont l'un est situé du côté de la face intérieure de la calandre et l'autre du côté de la face extérieure du tube central, le premier pouvant être soudé à la calandre et le second audit tube central, ce qui permet d'améliorer le maintien en place des systèmes de supportage.

Dans le cas où l'on souhaite pourvoir l'appareil, au moins à certains niveaux, d'un système de déflecteurs, pour assujettir la circulation du fluide dans la calandre à une certaine trajectoire, en vue d'en discipliner l'écoulement pour obtenir un meilleur coefficient de transmission de la chaleur, il est prévu, selon l'invention, d'associer, à au moins certaines bandes circulaires à alvéoles trapézoïdales, des bandes circulaires en forme de peignes, s'étendant sur des arcs de longueur appropriée, et dont les dents qui s'étendent radialement vers le centre, passent respectivement entre deux tubes voisins de manière à obturer au maximum les intervalles qui peuvent exister entre ces derniers, lesdits peignes étant posés à plat sur la bande alvéolaire et étant soudés à la bande de supportage voisine.

Avantageusement, les peignes disposés à un niveau donné sont décalés angulairement par rapport aux peignes disposés au niveau suivant et au niveau précédent, le décalage angulaire étant tel que la projection sur un plan horizontal de deux peignes situés à deux niveaux successifs soit un anneau s'étendant sur 360°. De préférence, le peigne de chaque niveau s'étend suivant un arc de 300°, mais il peut également s'étendre sur 180°, ou moins. Il est bien entendu que des peignes s'étendant sur de tels arcs sont constitués par des morceaux de peignes coextensifs et soudés entre eux.

En règle générale, un échangeur de chaleur, et plus particulièrement un générateur de vapeur, est un appareil de grandes dimensions, et pour la commodité, la calandre est posée horizontalement sur des vireurs électriques pour permettre la mise en place des faisceaux et des systèmes de supportage par secteurs de 60° ou éventuellement de 120°.

Afin de permettre cette mise en place dans de bonnes conditions, l'invention propose un procédé qui consiste en ce que les bras radiaux soudés à la face intérieure de la calandre ou à l'anneau qui lui est adjacent, sont supportés à l'aide de

fers plats raidisseurs soudés par leurs extrémités aux plaques de fond dans lesquelles sont maintenues les extrémités des tubes et pourvus d'ouvertures pour le passage des extrémités libres des bras radiaux; après mise en place du faisceau tubulaire et des systèmes de supportage, lesdits fers plats raidisseurs sont démontés et le tube central est mis en place et est soudé auxdits bras radiaux par des ouvertures qu'il comporte, ledit tube central pouvant éventuellement être réalisé dans la calandre, par assemblage et soudage d'éléments de parois individuels.

Mais il est également concevable, et généralement plus avantageux, de procéder à la mise en place des faisceaux tubulaires, des systèmes de supportage et des bras radiaux en opérant à partir de la surface extérieure du tube central, des supports appropriés étant prévus, si nécessaire, pour soutenir temporairement les bras radiaux et pour assurer leur position radiale, supports qui sont ensuite supprimés, pour permettre la mise en place de la calandre.

Dans le cas particulier de tubes ondulés comportant des portions droites entre les ondulations successives, il a été indiqué qu'en raison des dilations des tubes au niveau des ondulations, la flèche de chacune de celles-ci peut augmenter dans certaines conditions thermiques et pour tenir compte de ces conditions, il a été proposé que dans ces niveaux, les systèmes de supportage concentriques soient indépendants l'un de l'autre et reposent sur un bras radial ou soient situés entre des paires de couples de bras radiaux situés entre la calandre et le tube central. Dans ce qui suit, ces niveaux seront désignés par «niveaux à mobilité» ou plus brièvement par «niveau mobile».

Par contre, au niveau des portions droites des tubes, situées entre deux ondulations, il n'y a aucune dilatation pouvant conduire à une mobilité dans le sens périphérique des systèmes de supportage concentriques prévus à ce niveau, qui sera désigné par «niveaux fixes». Aussi, on pourra à ces niveaux fixes prévoir des soudures entre les bras radiaux et au moins certains des systèmes de supportage; ces soudures pourront être réalisées entre le ou les bras radiaux d'une part, et l'une ou l'autre des bandes constitutives des systèmes de supportage d'autre part.

A titre d'exemple, on a décrit ci-dessous, et représenté au dessin annexé, différentes formes de réalisation de l'objet de l'invention.

La fig. 1 est une vue schématique d'un tube ondulé du type destiné à être mis en œuvre dans le cadre de l'invention.

La fig. 2 est une vue schématique et partielle d'un faisceau de tubes selon la fig. 1, montrant la déformation que peut subir un tube au niveau mobile.

La fig. 3 représente schématiquement une coupe radiale au niveau d'un système de supportage de tubes.

Les fig. 3A et 3B montrent respectivement en perspective l'agencement de deux portions de

systèmes de supportage à un niveau mobile et à un niveau fixe.

La fig. 3C est une coupe de la fig. 3 selon la ligne III C-III C.

La fig. 3D est une vue schématique partielle avec arrangement des déflecteurs constitués par des peignes.

La fig. 4 est une vue axiale schématique d'un appareil selon l'invention, en position horizontale.

La fig. 5 est une coupe axiale de la fig. 4 selon la ligne V-V montrant deux des vireurs électriques sur lesquels repose l'appareil de la fig. 4.

La fig. 6 montre schématiquement la disposition des déflecteurs réalisés à l'aide de peignes.

La fig. 7 montre une épure permettant de déterminer la répartition des tubes dans des secteurs de 60°.

La fig. 8 est une coupe schématique et partielle montrant la disposition d'un faisceau tubulaire réparti par secteurs de 120° entre la calandre et le tube central.

Dans la fig. 1, on a représenté schématiquement l'allure générale d'un tube à ondulations, approprié à la mise en œuvre de l'invention. Ce tube est monté par ses deux extrémités droites 1 et 2 dans les plaques 3 et 4 prévues habituellement à la base des dômes supérieur et inférieur que comporte un générateur de vapeur ou plus généralement un échangeur de chaleur. Entre ces extrémités droites 1 et 2, le tube comporte des ondulations dont deux seulement ont été représentées en 5 et 6. Ces ondulations 5 et 6 sont situées d'un même côté d'une portion droite 7 qui relie deux ondulations successives et qui est alignée avec les extrémités 1 et 2, et elles y sont raccordées par des portions courbées 8 et 9, alors qu'elles sont raccordées respectivement aux extrémités droites 1 et 2 par les portions courbes 9 et 10.

Ainsi que cela ressort de la fig. 2, les tubes ondulés sont disposés de manière que le plan contenant l'axe des ondulations et celui des portions droites se situe sensiblement dans le plan tangentiel au cercle de l'alignement circonférentiel des tubes de la rangée circulaire concernée du faisceau. Dans cette figure, la référence 5 désigne l'ondulation correspondante de la fig. 1, et on y a indiqué la flèche  $f$  de l'ondulation au repos. Lors d'une déformation, sous l'effet de la température, la flèche  $f$  augmente et prend la valeur  $f'$ , et elle passe de 10 à 10'.

Or, entre les plaques 3 et 4, il a été proposé de prévoir, en particulier au niveau (niveau mobile) des sommets des ondulations telles que celles désignées par 5, des systèmes concentriques de supportage dont chacun est constitué par une bande de supportage à laquelle est soudée une bande alvéolaire à alvéoles successifs alternés dans lesquels sont logées lesdites ondulations et de fermer les alvéoles par une bande de fermeture à laquelle est soudée la bande de supportage suivante et ainsi de proche en proche entre la calandre et un tube central disposé dans ce dernier.

De ce fait, dans un seul et même niveau mobi-

le, les systèmes de supportage concentriques forment entre la calandre et le tube central un ensemble d'un seul tenant et les portions des systèmes de supportage concentriques et sous-tendant un même angle au centre, subissent, pour une même température, des dilatations périphériques qui croissent du centre vers la calandre.

Pour remédier à cet inconvénient, l'invention propose la disposition de la fig. 3.

En dessous du niveau du sommet d'une ondulation telle que 5 de la fig. 1, on soude en 12 et 13, un fer plat 14 monté sur chant dont l'autre extrémité 15 sera supportée provisoirement comme il sera expliqué plus loin à propos de la fig. 4, pour finalement être soudée en 16 au tube central 17.

Sur ce bras radial, on place près de la face intérieure 18 de la calandre 11 un anneau 19 en position verticale. Contre la face intérieure de l'anneau est placée une bande annulaire de supportage 20 et à celle-ci est soudée une bande alvéolaire 21 telle que décrite dans le FR-A-2 420 735, et dans les alvéoles de laquelle sont placés les tubes tels que celui désigné par 5, et maintenus en place par une bande de fermeture 22 soudée à la bande alvéolaire 21.

A l'intérieur de ce système de supportage 20, 21, 22 pour les tubes tels que 5, on dispose les systèmes de supportage 20', 21', 22' pour les tubes 5', et de proche en proche le système de supportage 20<sub>n</sub>, 21<sub>n</sub>, pour les tubes 5<sub>n</sub> dont les alvéoles sont fermés par l'anneau 22<sub>n</sub> qui est l'équivalent des bandes de fermeture 22, 22', l'anneau 22<sub>n</sub> étant soudé à la paroi du tube central 17.

On a ainsi réalisé des systèmes concentriques de supportage, indépendants les uns des autres, en sorte que la dilatation circonférentielle de l'un des systèmes est indépendante du ou des systèmes voisins.

De préférence, on place sur la nappe des systèmes de supportage ainsi réalisée un bras radial 14' analogue au bras radial 14, et avantageusement chaque bras radial 14 et 14' sera constitué par deux fers plats tels que ceux désignés par 14 et 14' et qui seront disposés de part et d'autre de la rangée radiale des tubes 5,, 5' ... 5<sub>n</sub>.

La fig. 3A montre en perspective deux morceaux de deux systèmes de supportage successifs entre les bras radiaux et disposés à un niveau mobile. Le système de supportage extérieur est constitué par la bande de supportage 20 à laquelle est soudée, par des points de soudure tels que celui indiqué par S, la bande alvéolaire 21 contre laquelle est appliquée librement la bande de fermeture 22. Le système de supportage intérieur est constitué de la même manière par la bande de supportage 20', par la bande alvéolaire 21' et par la bande de fermeture 22', avec le même point de soudure S, l'ensemble des deux systèmes de supportage étant disposé librement entre les bras radiaux 14 et 14'. Et, selon l'invention, il n'est prévu aucune soudure entre les deux systèmes de supportage. Si on le désire, un point de soudure peut être prévu entre 21 et 22 et entre 21' et 22'.

La fig. 3B montre une disposition identique à

celle de la fig. 3A, mais pour un «niveau fixe», avec cette double différence que l'on n'y prévoit que le seul bras radial 14 et une soudure S'' entre le bras 14 et la bande de fermeture 22', étant entendu qu'une telle soudure S'' peut être prévue entre le bras 14 et la bande de fermeture de chaque système de supportage tel que celui désigné par 22, 22'.

Pour discipliner l'écoulement du fluide dans l'échangeur de chaleur, en vue d'obtenir un meilleur coefficient de transmission superficielle de chaleur, il est prévu de disposer sur au moins certains des systèmes de supportage des bandes 29 en forme de peignes qui sont visibles en fig. 3C, qui est une coupe de la fig. 3 le long de la ligne III C-III C.

Ainsi que cela ressort des fig. 3 et 3C, les peignes 29, 29' ... 29<sub>n</sub> sont associés respectivement aux rangées des tubes 5, 5' ... 5<sub>n</sub> et sont posés à plat sur les bandes alvéolaires 21, 21' ... 21<sub>n</sub> et maintenus en place par soudure aux bandes de supportage 20, 20' ... 20<sub>n</sub> dans une position telle que les dents de chaque peigne 29, 29' ... 29<sub>n</sub> passent entre les tubes maintenus par les bandes alvéolaires respectives 21, 21' ... 21<sub>n</sub>.

Chacun des peignes 29, 29' ... 29<sub>n</sub> est en fait constitué par des peignes partiels et coextensifs, soudés entre eux par des lignes de soudure telles que celles indiquées en fig. 3C par 29<sub>1</sub>, 29<sub>2</sub> ... 29<sub>n</sub> pour s'étendre sur un arc dont la valeur dépend de la trajectoire que l'on souhaite imprimer audit fluide, et l'ensemble de ces peignes constitue des déflecteurs dont la disposition d'un niveau de systèmes de supportage à un autre sera explicité à l'aide de la fig. 3D.

Entre la calandre 11 et le tube central, on dispose aux différents niveaux mobiles et fixes, respectivement des peignes 29a, 29a', 29a'' représentés schématiquement sous la forme d'anneaux s'étendant sur un angle  $\alpha$ , chacun de ces anneaux formant des déflecteurs au moyen de peignes tels que représentés à la fig. 3C. Dans la fig. 3D, l'angle  $\alpha$  est égal à 300° et la trajectoire imprimée au fluide d'un niveau à un autre est inclinée au maximum sur l'axe de l'appareil de manière à donner un coefficient de transfert de chaleur maximum au niveau des tubes non représentés dans cette figure. Mais l'angle  $\alpha$  peut aussi être égal à 240°, mais dans tous les cas, la disposition des anneaux ou déflecteurs est symétrique entre deux étages successifs. Et dans le cas de cette disposition, le fluide venant d'un niveau inférieur selon la direction D se répartit au niveau suivant selon les directions D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub>.

La disposition des bras radiaux 14 et 14' de la fig. 3, de part et d'autre de l'ensemble des systèmes de supportage prévus à un niveau donné de façon qu'un système de supportage soit indépendant des systèmes de supportage voisins, est particulièrement avantageuse pour le montage des faisceaux tubulaires et des systèmes de supportage dans la calandre placée horizontalement, notamment sur des vireurs électriques comme représenté dans les fig. 4 et 5 dans lesquelles deux vireurs 23 et 24 seulement ont été représen-

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

4

tés, la présence de ces vireurs permettant le montage du faisceau tubulaire par secteurs de 60°, par exemple délimités par les paires de bras radiaux 14-14, 14'-14' ... 14n-14n.

Dans ce genre de montage, les extrémités intérieures 15, 15' des bras radiaux tels que 14, 14' sont montées dans des ouvertures ménagées dans des fers plats provisoires 25, 26 fixés aux plateaux 3 et 4 et enlevés pour la mise en place du cylindre intérieur 17 (fig. 3). Après mise en place du faisceau de tubes et des systèmes de supportage, on supprime les fers plats 25, 26 et l'on met en place le tube central 27 tel que représenté en fig. 6.

Celle-ci est une coupe axiale et schématique de l'appareil selon l'invention et montre la présence de déflecteurs 29, 29<sub>1</sub> ... 29<sub>n</sub> réalisés au moyen de peignes 29 à 29<sub>m</sub> placés à plat que les bandes alvéolaires 21 à 21<sub>n</sub> de manière que les dents passent entre les tubes d'une rangée circulaire, comme décrit à propos des fig. 3 et 3A.

Chaque déflecteur 29, 29<sub>1</sub> ... 29<sub>n</sub> peut s'étendre dans ce cas sur un arc de 306° et forme un anneau dont l'épaisseur radiale est inférieure à la distance radiale entre la calandre et le tube central, avec cette particularité que les anneaux successifs sont disposés alternativement du côté de la calandre et du côté du tube central pour imprimer au fluide ascendant une trajectoire ondulée. On notera que les épaisseurs radiales des anneaux successifs sont différentes entre elles, alors que les épaisseurs radiales des anneaux qui ont la même disposition sont égales entre elles.

Il ressort de ce qui précède que le montage des systèmes circulaires de supportage et leur garnissage par secteurs de 60°, de 120° ou de 180°, et celui des sections correspondantes de la bande de supportage à laquelle est soudée la bande alvéolaire, peuvent être préparés à l'avance, en dehors de la calandre, en fonction de la disposition à adopter pour la répartition du tube, ce qui conduit à une réalisation en grande série du système de supportage.

La fig. 7 montre l'épure servant à déterminer cette répartition dans le cas où l'on adopte le montage par secteurs de 60°.

On commence par tracer un hexagone régulier 29 avec pour centre l'origine O de deux axes de coordonnées X, Y. Sur les côtés 30, 31 on trace les médiatrices 30, 31. Dans le secteur 30-O-31, on marque l'emplacement d'un premier tube 32 au sommet de l'hexagone, après tracé des cercles concentriques au pas radial p, on marque les emplacements des autres tubes dont le nombre augmente d'une unité par pas radial, entre les médiatrices 30, 31, avec une symétrie par rapport à l'axe OY qui est la bissectrice de l'angle 30, O, 31. On procède de manière identique à l'établissement de l'épure pour les autres secteurs de 60°, en notant que les bras radiaux seront disposés parallèlement aux médiatrices 30, 31.

Une fois le tracé effectué, on détermine le diamètre du tube inférieur 37, tracé dans la fig. 8, dans lequel il n'y a pas lieu de disposer de tubes ondulés.

## Revendications

1. Perfectionnement aux échangeurs de chaleur, notamment applicable à un générateur de vapeur, à tubes droits, de préférence à tubes ondulés, disposés suivant des nappes verticales, parallèles et maintenus à certains niveaux axiaux, par des systèmes de supportage concentriques dont chacun est constitué par une bande circulaire à alvéoles trapézoïdaux alternés, soudée à une bande de supportage et obturée, après mise en place des tubes, par une bande de fermeture à laquelle est soudée la bande de supportage du système de supportage suivant dans le sens radial de la calandre, caractérisé par le fait qu'au moins certains des systèmes de supportage (20, 21 ... 20<sub>n</sub>, 21<sub>n</sub>), situés à un même niveau, sont indépendants des systèmes de supportage voisins dans le sens radial et forment des groupes de systèmes de supportage, et que des bras radiaux (14, 14', 14<sub>n</sub>) sont prévus pour l'appui desdits systèmes de supportage indépendants, dans l'espace situé entre la calandre et le tube central.

2. Perfectionnement selon la revendication 1, caractérisé par le fait que tous les systèmes de supportage d'un même niveau axial sont indépendants l'un de l'autre et que des bras radiaux (14, 14', 14<sub>n</sub>) sont prévus au-dessus et en dessous de l'ensemble des systèmes de supportage d'un même niveau.

3. Perfectionnement selon l'une ou l'autre des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait que les bras radiaux (14, 14', 14<sub>n</sub>) s'étendent radialement entre la calandre (11) de l'échangeur et un tube central (17), entre deux rangées radiales de tubes.

4. Perfectionnement selon la revendication 3, caractérisé par le fait que chaque bras radial est constitué par deux fers plats (14, 14') soudés sur chant avec un certain écartement entre eux.

5. Perfectionnement selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé par le fait que l'on prévoit, au moins à certains niveaux, deux anneaux concentriques dont l'un est situé du côté de la face intérieure (19) de la calandre et l'autre (22<sub>n</sub>) est situé du côté de la face extérieure du tube central (17).

6. Perfectionnement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait qu'à chaque système de supportage est associé un élément en forme de peigne (29) posé à plat sur la bande alvéolaire et soudé à la bande de supportage (20) associée de manière que les dents passent entre les tubes (5 ... 5<sub>n</sub>) et obturent au maximum les passages entre alvéoles et tubes, l'ensemble constituant un déflecteur.

7. Perfectionnement selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que dans un même niveau les peignes (29) sont disposés suivant des arcs de cercle soutendant des angles au centre de 300°, et les peignes des niveaux successifs sont décalés angulairement entre eux pour imprimer au fluide passant à l'extérieur des tubes une trajectoire oblique, sensi-

blement perpendiculaire par rapport à ces derniers.

8. Perfectionnement selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que les déflecteurs sont constitués par des anneaux s'étendant sur 360° et ayant une épaisseur radiale inférieure à la distance radiale entre la calandre et le tube central et que les anneaux successifs sont situés alternativement du côté de la calandre et du côté du tube central.

9. Procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur applicable à un générateur de vapeur comportant le perfectionnement selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, du type de montage dans une calandre posée horizontalement sur des vireurs électriques (23, 24), caractérisé par le fait que les bras radiaux (14 ... 14n) soudés à la face intérieure de la calandre (18) sont supportés à l'aide de fers plats raidisseurs (25, 26), soudés par leurs extrémités aux plaques de fond (3, 4) dans lesquelles sont maintenues les extrémités des tubes et pourvus d'ouvertures pour le passage des extrémités libres des bras radiaux (14 ... 14n), et par le fait qu'après mise en place du faisceau tubulaire et des systèmes de supportage, avec éventuellement les peignes, les fers plats raidisseurs sont démontés et le tube central (27) est mis en place et comporte des ouvertures pour le passage des bras radiaux (14 ... 14n), ledit tube central étant éventuellement réalisé par assemblage et soudage d'éléments de parois individuels.

10. Procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur applicable à un générateur de vapeur comportant le perfectionnement selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que le montage des systèmes de supportage et des faisceaux de tubes est opéré à partir du tube central (27) vers l'extérieur, la calandre étant montée en dernier lieu éventuellement par sections successives soudées ensuite entre elles.

### Patentansprüche

1. Verbesserung an Wärmetauschern, insbesondere zur Anwendung in Dampfkesseln mit geraden, vorzugsweise wellenförmig gebogenen Röhren, die vertikal und in parallelen Bündeln angeordnet und in gewissen Höhenabständen durch konzentrische Halteanordnungen gehalten sind, wobei jede Halteanordnung gebildet ist durch ein mit einem Trägerband verschweisstes Mäanderband mit trapezförmigen Mäandern zur Aufnahme der Röhren, die dort durch ein Verschlussband gehalten sind, das mit dem Trägerband der in radialer Richtung des Kesselgehäuses gesehen benachbarten Halteanordnung verschweisst ist, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einzelne Halteanordnungen (20, 21 ... 20n, 21n) eines Höhenniveaus einer Halteanordnungsgruppe frei zu in radialer Richtung benachbarten Halteanordnungen geführt sind und dass radiale Trägerarme (14, 14', 14n) vorgesehen sind als Auflage der frei geführten Halteanordnungen

im Bereich zwischen dem Kesselgehäuse und dem Innenrohr.

2. Verbesserung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass alle Halteanordnungen eines Niveaus gegeneinander frei geführt und dass die radialen Trägerarme (14, 14', 14n) unterhalb und oberhalb von den Halteanordnungen desselben Niveaus angeordnet sind.

3. Verbesserung gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die radialen Trägerarme (14, 14', 14n) sich radial zwischen dem Kesselgehäuse (11) des Wärmetauschers und einem Zentralrohr (17), zwischen zwei radialen Reihen von Röhren erstrecken.

4. Verbesserung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeder radiale Trägerarm gebildet ist aus zwei Flacheisen (14, 14'), die mit einem gewissen Abstand zueinander an ihren Schmalseiten angeschweisst sind.

5. Verbesserung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in einzelnen Höhenniveaus zwei konzentrische Ringe vorgesehen sind, von denen der eine (19) an der Innenseite des Kesselgehäuses und der andere (22n) an der Aussenseite des Innenrohres (17) angebracht sind.

6. Verbesserung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass jede Halteanordnung einen Führungsrechen (29) aufweist, der in Form einer Platte auf das Mäanderband aufgesetzt und mit dem Trägerband (20) verschweisst ist derart, dass die einzelnen Zähne zwischen die Röhren (5 ... 5n) greifen und im Maximum die Durchgänge zwischen den Ausnehmungen und Röhren verschliessen, wodurch eine Umlenkeinheit gebildet wird.

7. Verbesserung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass auf einem bestimmten Niveau die Rechen (29) einen Kreisbogen von 300° abdecken und dass die Rechen im jeweils benachbarten Niveau im Winkel dazu versetzt sind, um dem an der Aussenseite der Röhren strömenden Medium jeweils eine Strömung in einer Richtung aufzudrücken, die im wesentlichen senkrecht zu der vorherigen verläuft.

8. Verbesserung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ablenkungen durch Ringe gebildet sind, die sich über 360° erstrecken und eine radiale Breite aufweisen, die kleiner ist als der radiale Abstand zwischen dem Kesselgehäuse und dem Innenrohr und dass aufeinanderfolgende Ringe abwechselnd an der Innenseite des Gehäuses an der Aussenwand des zentralen Innenrohres befestigt sind.

9. Verfahren zur Herstellung eines für einen Dampfkessel bestimmten Wärmetauschers mit Verbesserungen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Kesselgehäuse in horizontaler Lage auf einer elektrisch angetriebenen Drehvorrichtung (23, 24) abgelegt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die radialen Trägerarme (14 ... 14n), die im Inneren des Kesselgehäuses (18) angeschweisst sind, mit Hilfe von Versteifungsplatten (25, 26) gehalten sind, die mit ihren Rändern mit

den die Enden der Röhren aufnehmenden Abschlussplatten (3, 4) verschweisst und die mit Öffnungen zum Durchgang der freien Enden der radialen Trägerarme (14 ... 14) versehen sind, und dass nach Einbau der Röhrenbündel und der Halteanordnungen gegebenenfalls zusammen mit den Haltereichen, die Halteplatten entfernt werden und an deren Stelle das zentrale Rohr (27) angebracht wird, das Öffnungen aufweist für den Durchgang der Haltearme (14 ... 14n), wobei das zentrale Rohr ggf. durch Verbinden und Verschweissen von einzelnen Wandelementen realisiert wird.

10. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers für einen Dampfkessel unter Verwendung der Verbesserungen gem. einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufbau der Halteanordnungen und der Röhrenbündel von dem Zentralrohr (27) ausgehend nach aussen, durchgeführt wird, wobei das Kesselgehäuse ggf. aus Abschnitten aufeinanderfolgend auf diese geschweisst wird.

### Claims

1. An improvement in heat exchangers, applicable in particular to a vapour generator, of the type comprising straight tubes, preferably undulating tubes, which are disposed in vertical arrays, parallel and held at certain axial levels by concentric supporting systems, each of which is formed by circular band which has alternate trapezoidal openings therein and which is welded to a supporting band and which, after the tubes have been set in position, is closed off by a closure band to which is welded the supporting band of the supporting system, in the radial direction of the casing, characterised in that at least some of the supporting systems (20, 21 ... 20n, 21n) which are disposed at the same level are independent of the supporting systems that are adjacent thereto in the radial direction, and form groups of supporting systems, and that radial arms (14, 14', 14n) are provided for supporting said independent supporting systems in the space between the casing and the central tube.

2. The improvement according to claim 1 characterised in that all the supporting systems at the same axial level are independent of each other and that radial arms (14, 14', 14n) are disposed above and below the assembly of supporting systems at the same level.

3. The improvement according to either one of claims 1 and 2 characterised in that the radial arms (14, 14', 14n) extend radially between the casing (11) of the exchanger and a central tube (17), between two radial rows of tubes.

4. The improvement according to claim 3 characterised in that each radial arm is formed by two flat iron bars (14, 14') which are welded on edge with a certain spacing therebetween.

5. The improvement according to any one of

claims 2 to 4 characterised in that two concentric rings are provided at least at certain levels, one of the rings being disposed on the side of the inward surface (19) of the casing and the other (22n) being disposed on the side of the outward surface of the central tube (17).

6. The improvement according to any one of claims 1 to 5 characterised in that associated with each supporting system is a comb-like member (29) which is disposed flat on the band forming said openings, and welded to the associated supporting band (20) in such a way that the teeth pass between the tubes (5 ... 5n) and provide maximum blocking of the passages between openings and tubes, the assembly forming a deflector.

7. The improvement according to any one of claims 1 to 6 characterised in that, at the same level, the combs (29) are disposed along circular arcs subtending angles at the centre of 300°, and the combs at successive levels are angularly displaced relative to each other in order to impart to the fluid flowing outside the tubes, an inclined flow path substantially perpendicular to the tubes.

8. The improvement according to any one of claims 1 to 6 characterised in that the deflectors are formed by rings extending over 360° and being of a radial thickness that is less than the radial distance between the casing and the central tube and that the successive rings are disposed successively on the casing side and on the central tube side.

9. A process for the production of a heat exchanger, applicable to a vapour generator, comprising the improvement according to any one of claims 1 to 7, of the type disposed in a casing disposed horizontally on electrical rotating means (23, 24), characterised in that the radial arms (14, ... 14n) which are welded to the inside surface of the casing (18) are supported by means of flat stiffening iron bar members (25, 26) which are welded by their ends to the end plates (3, 4) in which the ends of the tubes are held, and provided with openings for receiving the free ends of the radial arms (14 ... 14n), and that, after the tube nest and the supporting systems, optionally with the combs, have been set in position, the flat stiffening bar members are removed and the central tube (27) is set in position, and comprises openings for receiving the radial arms (14 ... 14n), said central tube possibly being produced by the assembly and welding of individual wall elements.

10. A process for the production of a heat exchanger applicable to a vapour generator, comprising the improvement according to any one of claims 1 to 7, characterised in that assembly of the supporting systems and the tube nests is effected from the central tube (27) in an outward direction, the casing being fitted last, possibly in the form of successive sections which are then welded together.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

7

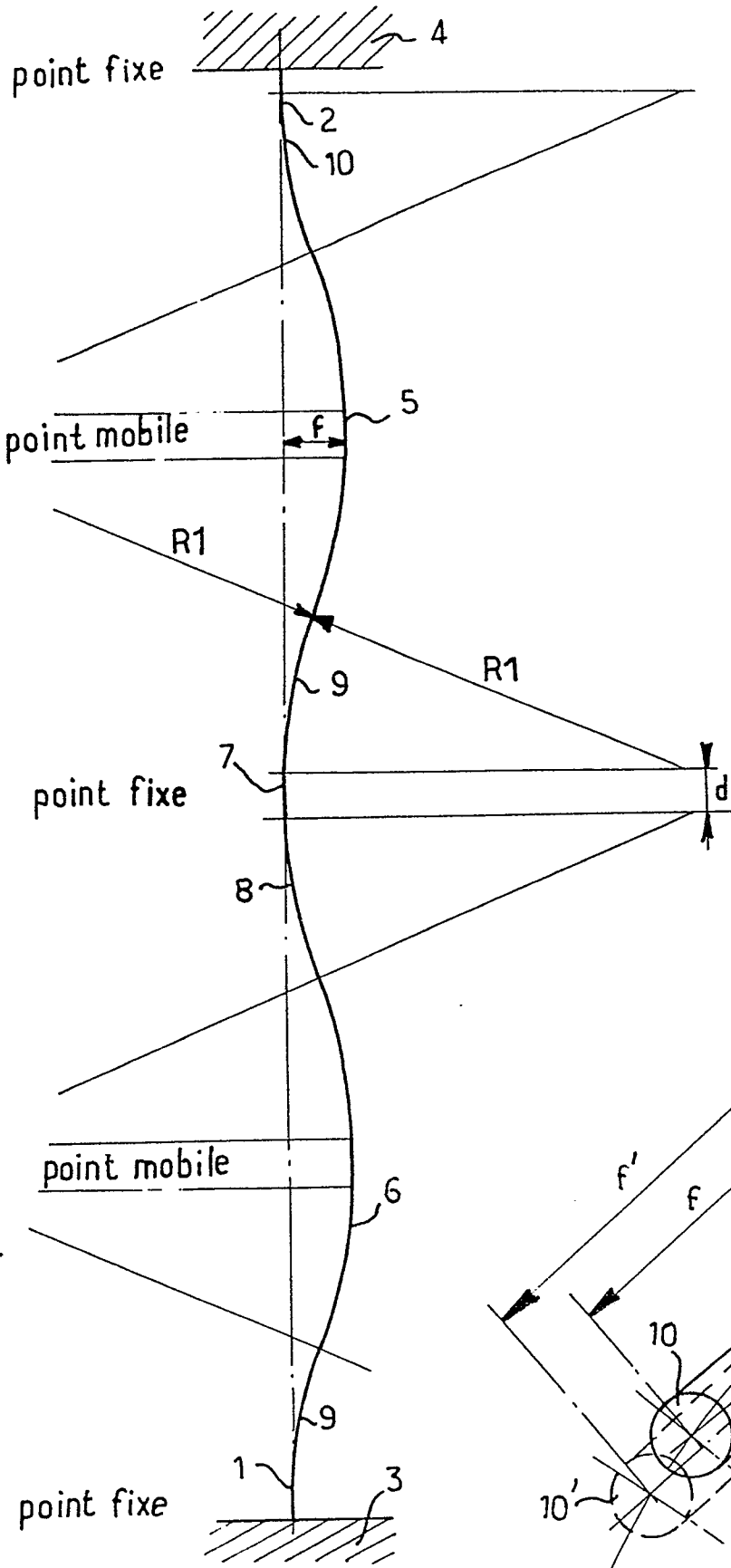


FIG.1

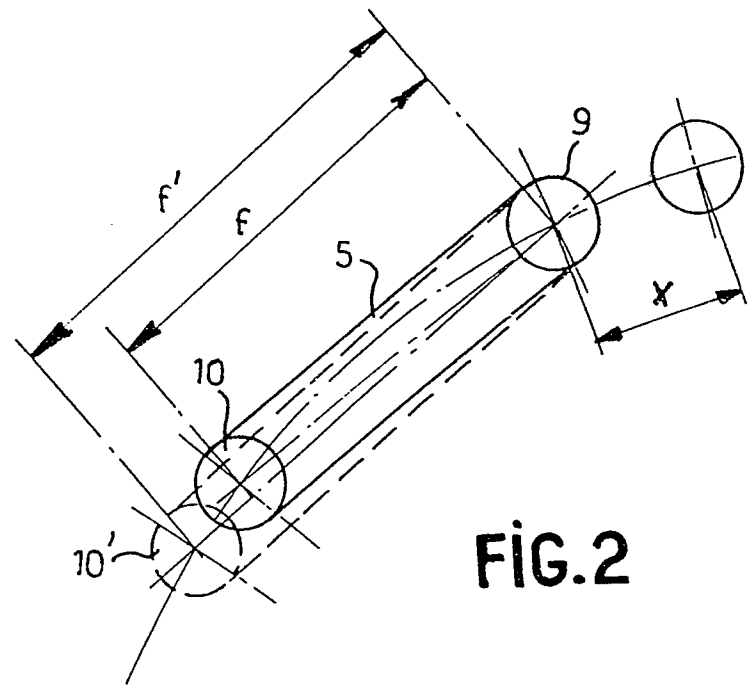


FIG.2

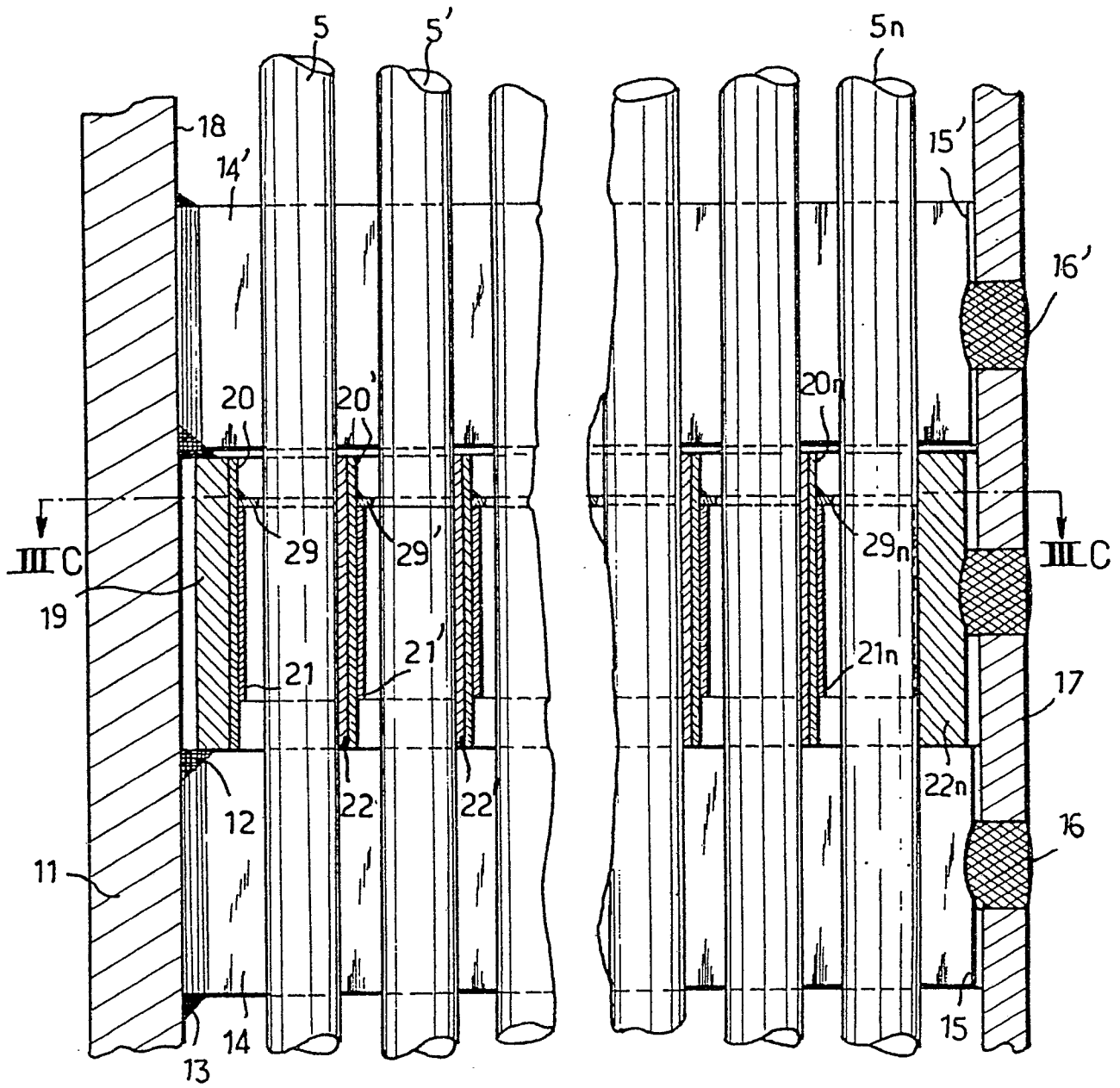


FIG. 3

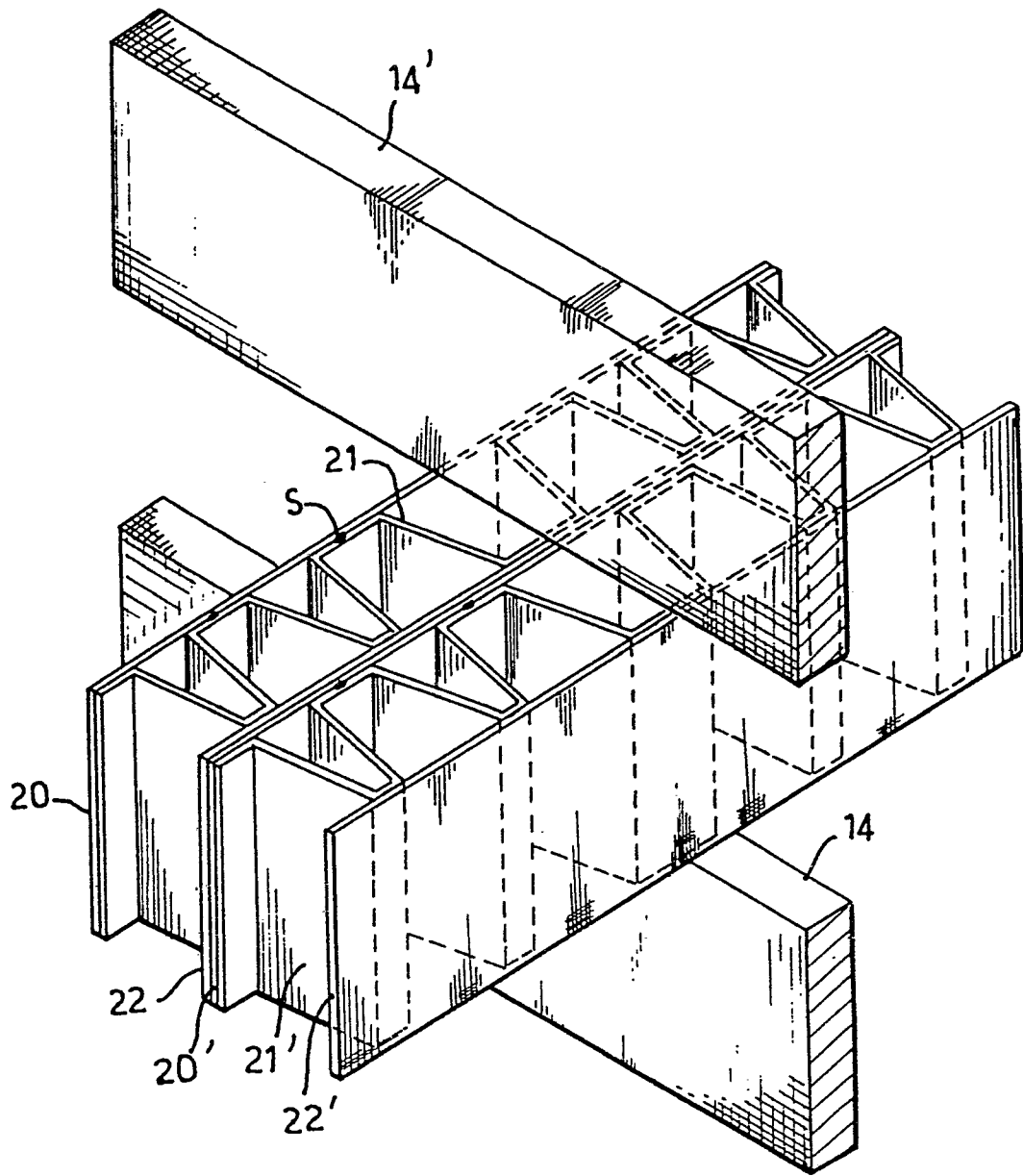
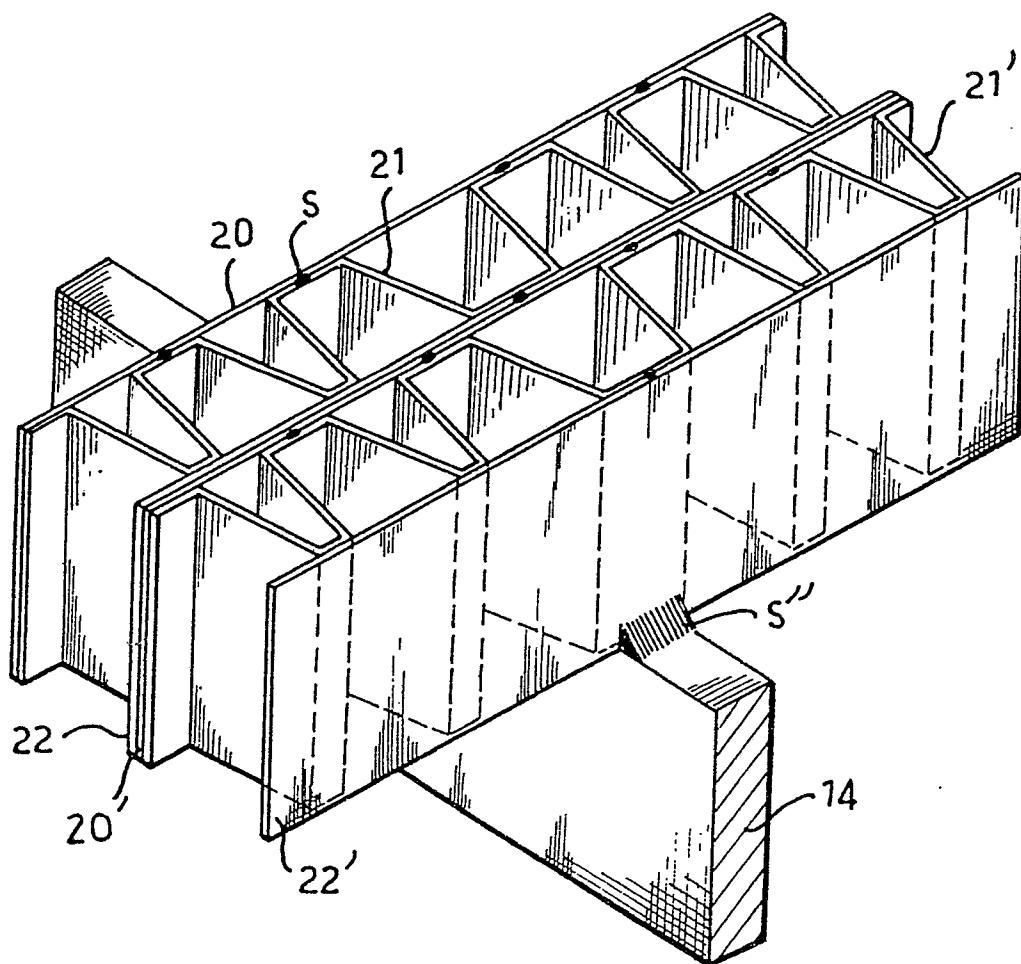


FIG.3A



**FIG.3B**

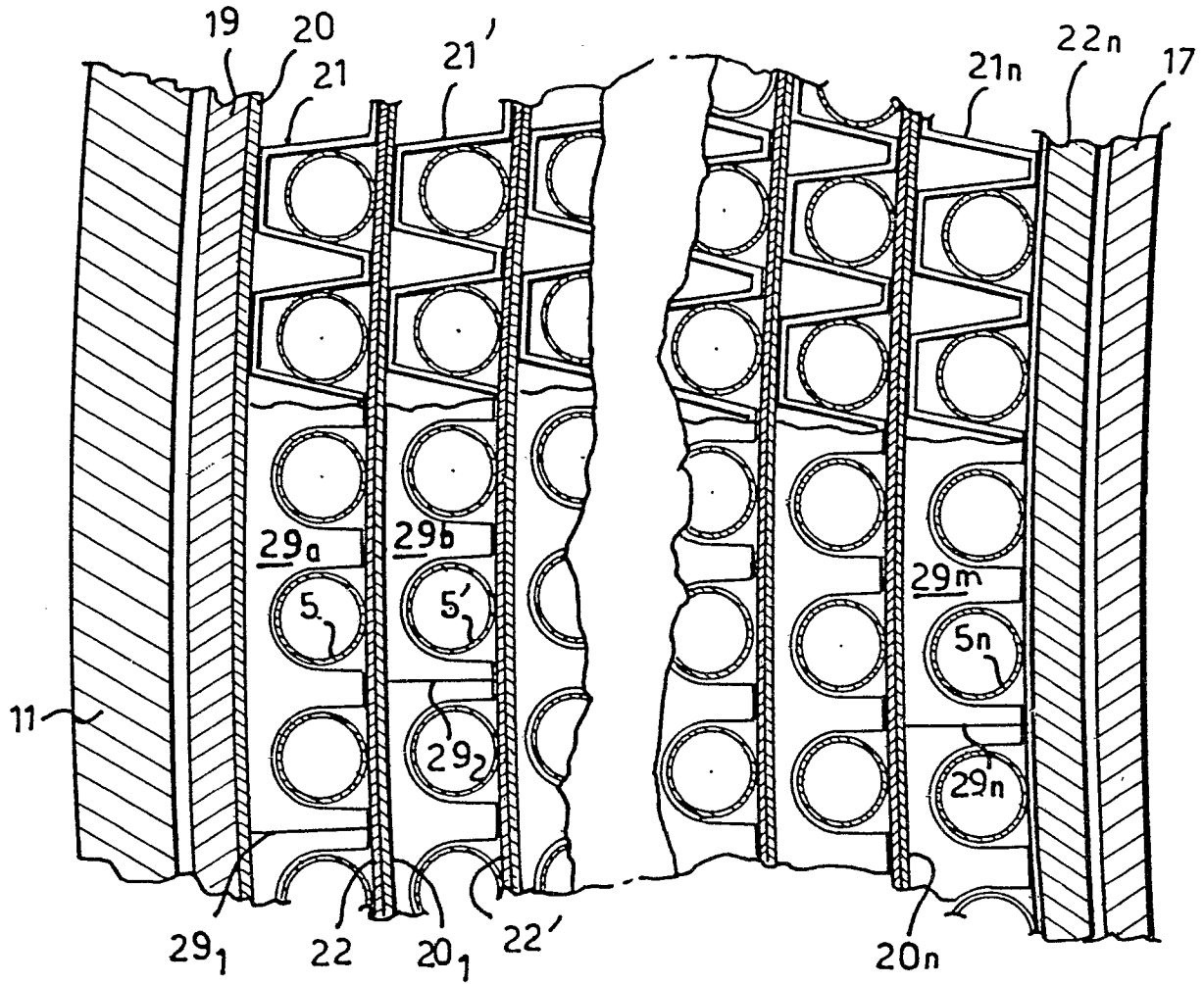


FIG. 3C

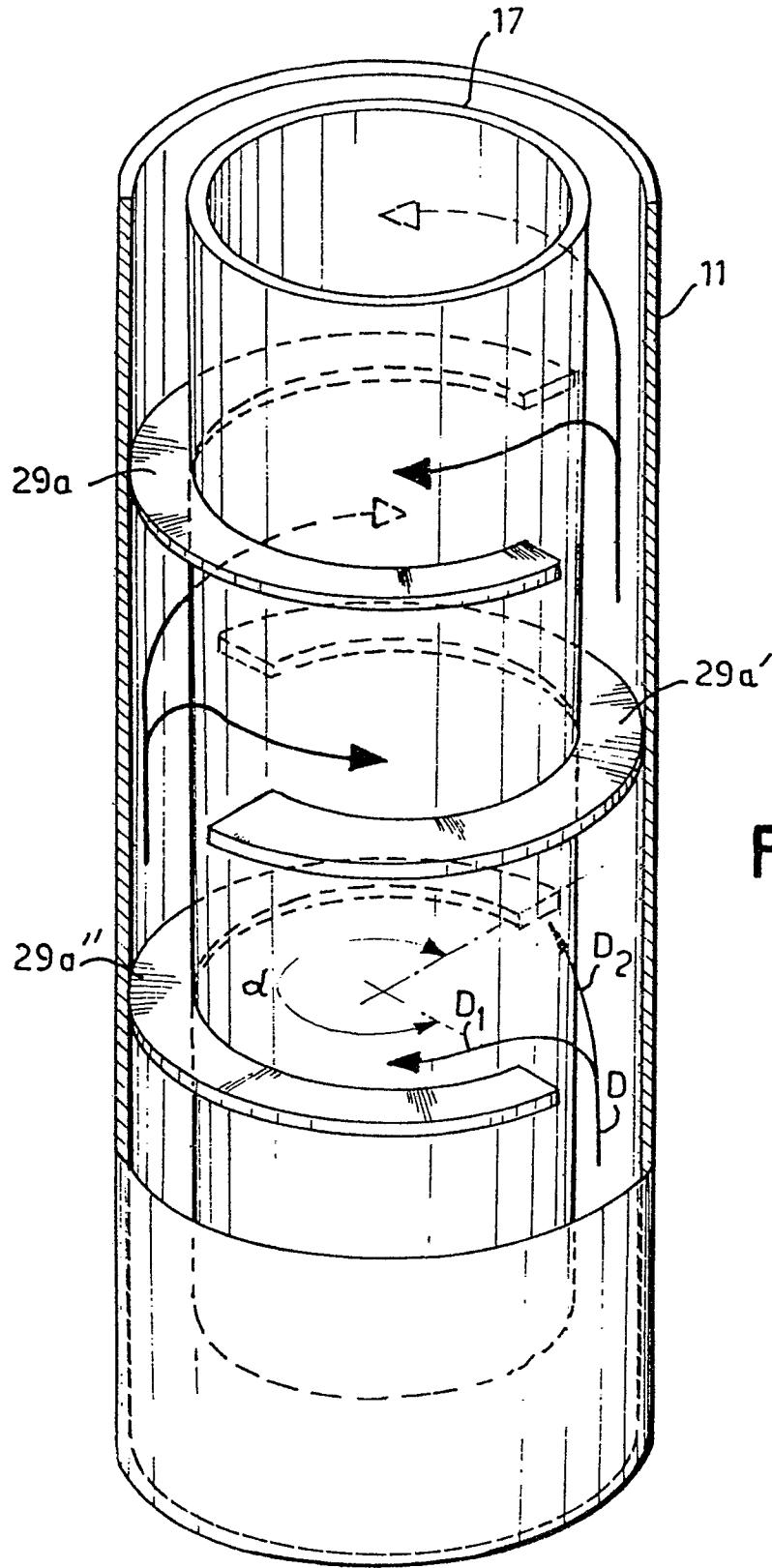


FIG. 3D

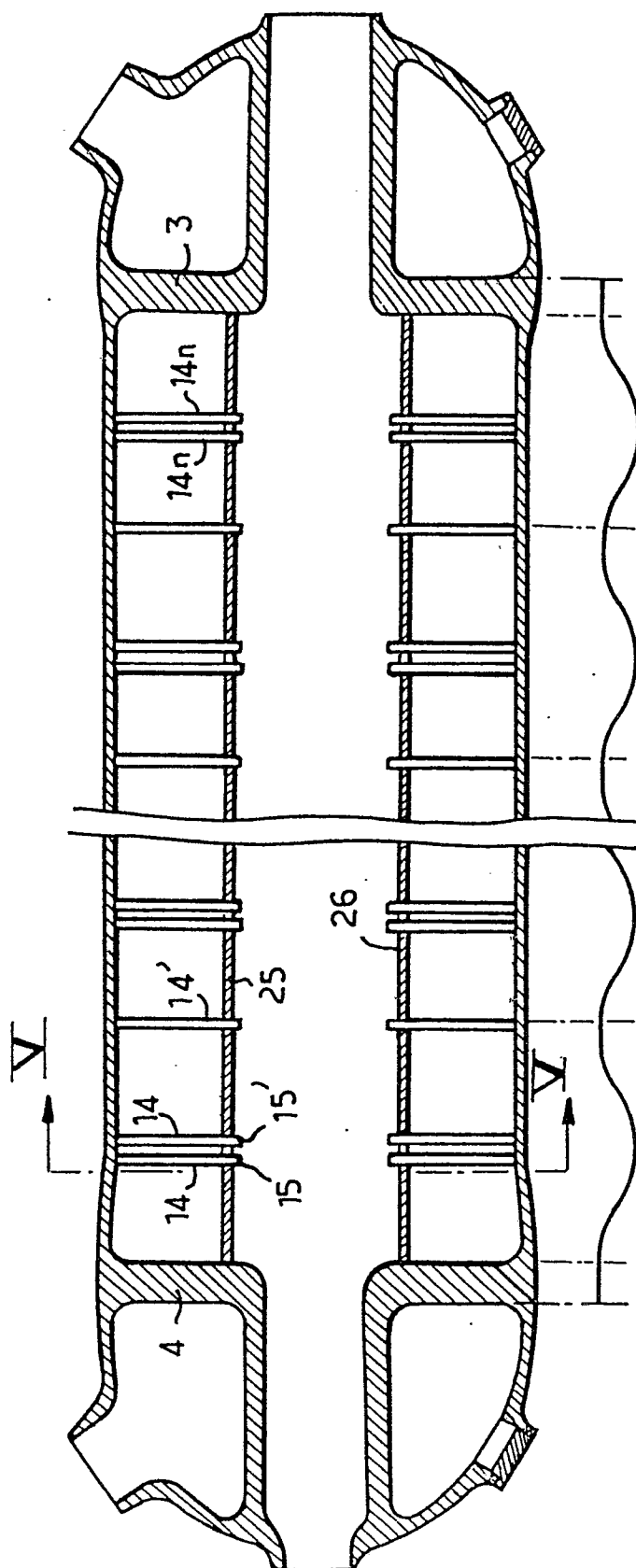


FIG. 4

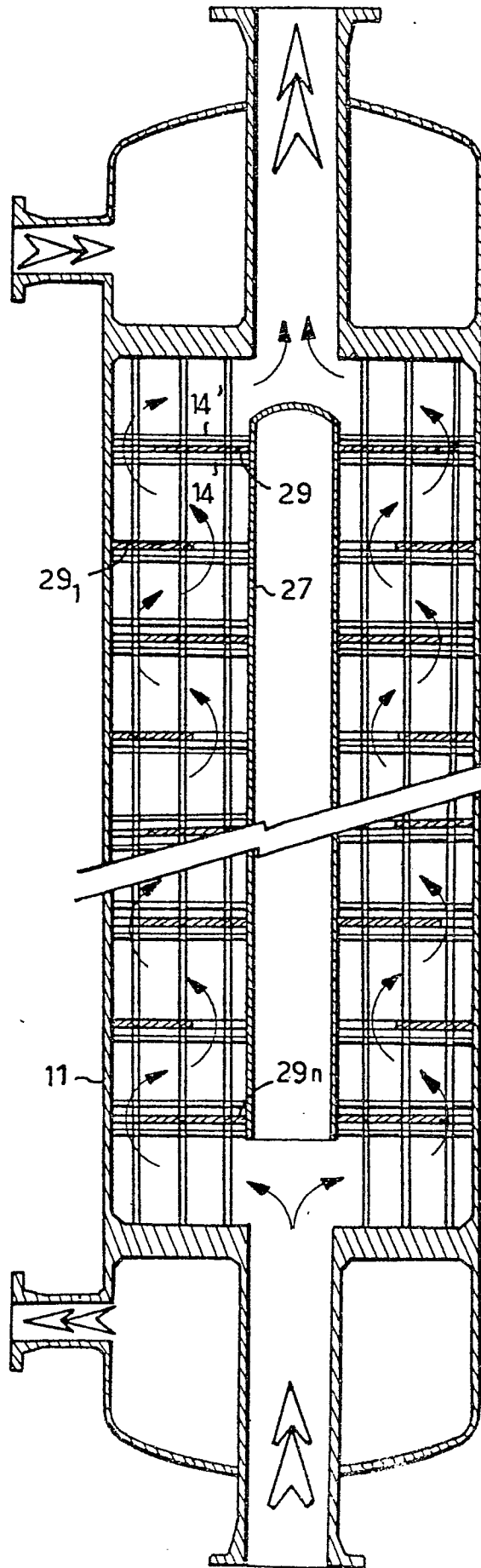


FIG.6

FIG.7

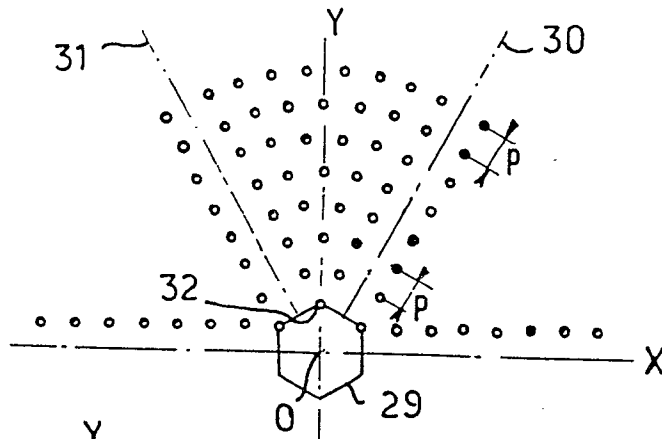


FIG. 8

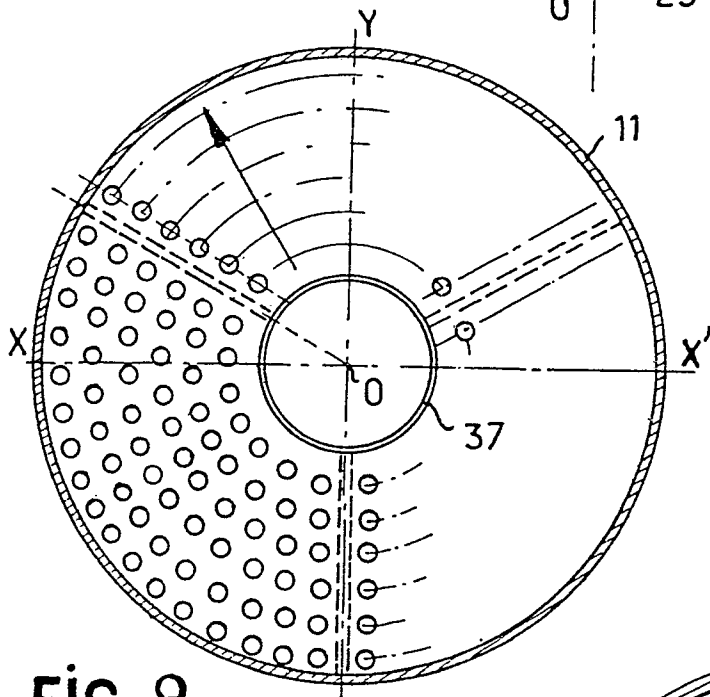


FIG.5

