

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 729 000 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**28.08.1996 Bulletin 1996/35**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **F28B 1/02**

(21) Numéro de dépôt: **96400339.6**

(22) Date de dépôt: **19.02.1996**

(84) Etats contractants désignés:  
**BE CH DE DK ES FR IT LI NL SE**

• **Carpentier, Daniel**  
**93330 Neuilly s/Seine (FR)**

(30) Priorité: **23.02.1995 FR 9502127**

(74) Mandataire: **Gosse, Michel et al**  
**SOSPI**  
**14-16, rue de la Baume**  
**75008 Paris (FR)**

(71) Demandeur: **GEC ALSTHOM DELAS**  
**92302 Levallois-Perret (FR)**

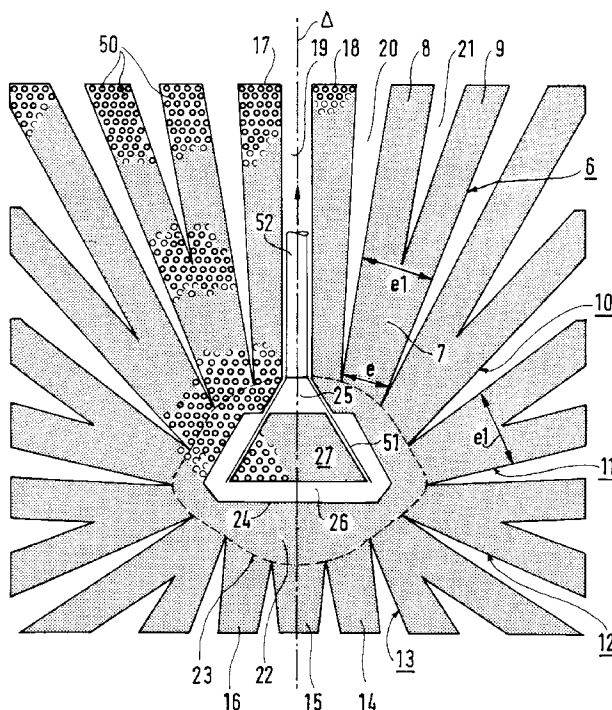
(72) Inventeurs:  
• **Andrieux, Bernard**  
**92100 Boulogne (FR)**

**(54) Faisceau tubulaire pour condenseur de vapeur**

(57) Faisceau tubulaire pour condenseur de vapeur dans lequel le tracé, dans un plan perpendiculaire à l'axe des tubes, de l'enveloppe des zones tubées du faisceau, est un tracé du type formant des épis rayonnants (6 ; 10 à 18), caractérisé en ce que au moins cer-

tains (6 ; 10 à 13) des épis comportent au moins une ramification (8, 9 ; 28, 29 ; 32 à 35, 46, 47, 48, 49) et en ce que lesdits épis rayonnants rayonnent à partir d'une surface tubée formant un anneau (22) sensiblement circulaire.

**FIG. 2**



**EP 0 729 000 A1**

## Description

La présente invention concerne un faisceau tubulaire pour condenseur de vapeur, dans lequel le tracé, dans un plan perpendiculaire à l'axe des tubes, de l'enveloppe des zones tubées du faisceau, est un tracé du type formant des épis rayonnants.

Le brevet français n° 1 391 661 décrit un faisceau tubulaire de ce type.

Dans un tel faisceau, il existe, entre chaque épi rayonnant, qui constitue une zone tubée, une saignée non tubée de forme triangulaire. Une telle saignée est nécessaire pour le passage de la vapeur vers les tubes des deux épis situés de part et d'autre de la saignée. Ainsi, une saignée "alimente" les tubes d'un demi-épi de part et d'autre de la saignée.

La section totale occupée par un faisceau est fonction :

- de la section de la zone tubée qui dépend du nombre des tubes et du pas des tubes,
- de la section requise pour lesdites saignées de passage de vapeur entre les épis,
- de la section de zones non tubées résultant de contraintes du tracé : par exemple autour de la zone tubée, appelée réfrigérant d'air.

Or, pour une vitesse  $V_{(m/s)}$  donnée de vapeur, constante le long d'une saignée de passage entre deux épis, une longueur  $L_{(m)}$  des tubes et un débit  $q_i$  en  $m^3/s$  de vapeur condensée par tube, uniforme pour tous les tubes, on montre par calcul que la section  $S$  nécessaire d'une saignée triangulaire qui est égale à  $1 \times \frac{H}{2}$ , ( $i$  étant la largeur de la saignée : distance séparant deux épis à leur extrémité et  $H$  la hauteur de la saignée, correspondant à la hauteur des deux demi-épis encadrant la saignée) a également pour valeur  $S = NH \frac{q_i}{2LV}$ , avec  $N$  = le nombre de tubes des deux demi-épis alimentés par la saignée triangulaire de hauteur  $H$ .

On voit donc que la section requise pour une saignée, qui est une surface non tubée nécessaire pour le passage de la vapeur vers les deux demi-épis encadrant la saignée, est proportionnelle au nombre  $N$  de tubes des deux demi-épis adjacents et à la hauteur  $H$  de la saignée.

Il est donc clair que les grands faisceaux ayant de longs épis, donc de longues saignées requièrent, par tube, une surface non tubée plus grande que les faisceaux plus petits ayant des épis moins longs.

Ainsi, pour une vitesse  $V$  de vapeur donnée, le nombre de tubes qui peut être installé par unité de surface sera donc d'autant plus faible que la hauteur  $H$  des saignées triangulaires de vapeur sera plus grande.

Or, la puissance échangée dans un faisceau tubulaire est proportionnelle à la surface d'échange et donc au nombre de tubes.

La présente invention a donc pour but de permettre un meilleur coefficient de remplissage de la zone tubée

par rapport à la section totale du faisceau réduisant ainsi les dimensions du faisceau tubulaire pour un même nombre de tubes et améliorant les performances d'échange du faisceau et ceci par un tracé nouveau du faisceau.

L'invention a ainsi pour objet un faisceau tubulaire pour condenseur de vapeur dans lequel le tracé, dans un plan perpendiculaire à l'axe des tubes, de l'enveloppe des zones tubées du faisceau, est un tracé du type formant des épis rayonnants, caractérisé en ce que au moins certains des épis comportent au moins une ramification et en ce que lesdits épis rayonnants rayonnent à partir d'une surface tubée formant un anneau sensiblement circulaire.

Selon une autre caractéristique, les épis qui se ramifient comportent à leur base un tronc qui va en s'élargissant et se ramifie en deux branches d'égale épaisseur dès que l'épaisseur du tronc de l'épi atteint entre une fois et demie et le double de son épaisseur à sa base.

Avantageusement, l'épaisseur de ladite surface tubée formant un anneau est sensiblement constante.

Selon une autre caractéristique, une surface tubée de forme trapézoïdale, appelée refroidisseur d'air, entourée d'un capotage, excepté sur la face inférieure dudit refroidisseur d'air, est située à l'intérieur dudit anneau tubé, une surface annulaire non tubée séparant ladite surface trapézoïdale dudit anneau tubé, ledit anneau tubé comportant une interruption dans laquelle pénètre l'extrémité supérieure dudit capotage et laissant un jeu de communication entre l'anneau non tubé et une saignée non tubée de passages de vapeur séparant deux épis, ledit capotage communiquant avec quelques tubulures d'extraction passant dans ladite saignée.,

On va maintenant donner la description de quelques exemples de mise en oeuvre de l'invention en se reportant au dessin annexé dans lequel :

La figure 1 représente le tracé d'un faisceau tubulaire de condenseur de vapeur selon l'art antérieur connu.

Les figures 2, 3 et 4 représentent le tracé de trois faisceaux tubulaires selon l'invention dans trois cas de rapport hauteur sur largeur.

Ainsi, la figure 1 montre le tracé d'un faisceau tubulaire pour un condenseur de vapeur. Il s'agit d'un faisceau de l'art antérieur connu du type dit à épis rayonnants.

Ce tracé constitue, dans un plan perpendiculaire à l'axe des tubes qui sont tous parallèles, les enveloppes des zones tubées. Ce plan est parallèle aux plaques tubulaires d'extrémités.

Ce faisceau comporte une première zone tubée 1, appelée refroidisseur d'air, en forme de trapèze isocèle, entourée d'un capotage, schématisé par le simple trait 51, excepté sur la face inférieure du refroidisseur d'air. Autour de ce refroidisseur d'air est située une seconde zone tubée formant une pluralité d'épis rayonnants 2.

A l'extérieur de ces tracés fermés, la surface est non

tubée, en particulier les saignées 3 de section sensiblement triangulaire de passage de vapeur entre deux épis consécutifs ainsi que la zone 4 autour du refroidisseur d'air 1 entre celui-ci et la base des épis 2.

Le refroidisseur d'air 1 assure la concentration des incondensables (air) en vue de leur extraction par des pompes à vide. A cet effet, le capotage 51 communique avec quelques tubulures d'extraction 52 passant dans la saignée supérieure 3.

Sur le tracé figure 1, ainsi que dans les autres figures, on n'a représenté, dans chaque zone tubée, que quelques tubes 50 seulement et le reste de ces zones tubées en trame grisée.

Chaque demi-épi 2 est "alimenté" en vapeur par la saignée 3 qu'ils encadrent. Les épis 2 comportent d'ailleurs une étroite saignée 5 non tubée (généralement la largeur d'une seule rangée de tube) partageant l'épi en deux demi-épis.

On voit que certains épis 2, en particulier les épis supérieurs, sont très longs et alimentés par de profondes saignées 3 de passage de vapeur, ce qui est défavorable comme on l'a vu puisque la section triangulaire 3 nécessaire, non tubée, de passage de vapeur est proportionnelle à la hauteur H des saignées donc à la longueur des épis.

La figure 2 montre un tracé d'un faisceau tubulaire selon l'invention dans le cas d'un rapport Hauteur sur largeur égal à un.

Ce faisceau est également du type à épis rayonnants, mais comporte essentiellement la particularité propre à l'invention que certains épis, pas tous, mais la plupart, se divisent en ramifications.

Ainsi, on voit que l'épi 6 par exemple possède un tronc 7 qui va en s'élargissant à partir de sa base, puis se ramifie en deux branches 8 et 9. La ramification en deux branches se fait lorsque le tronc 7 atteint une largeur  $e_1$  comprise entre une fois et demi et deux fois l'épaisseur  $e$  à sa base. L'épaisseur des deux branches 8 et 9 est égale, et reste à peu près constante. Il en est de la même façon pour les épis 10, 11, 12, 13 et les épis symétriques de l'axe  $\Delta$ .

Les épis inférieurs 14, 15 et 16 ne sont pas divisés, mais ils sont très courts. De même, les deux épis supérieurs 17 et 18 ne sont pas divisés et sont séparés par une saignée 19 rectangulaire non tubée.

Les autres saignées, non tubées, de passage de vapeur sont triangulaires. Par exemple, la saignée 20 entre l'épi 18 et l'épi 6 ainsi que la saignée 21 entre les deux branches 8 et 9 de l'épi 6.

Une autre particularité de l'invention consiste en ce que les épis rayonnants rayonnent à partir d'une surface également tubée formant un anneau 22. Un trait pointillé 23 permet simplement de visualiser cet anneau entre ce trait et le trait 24 qui lui fait partie du tracé de l'enveloppe des tubes. Cet anneau a une épaisseur sensiblement constante, un peu plus forte cependant à sa partie inférieure.

Comme dans l'art antérieur de la figure 1, il existe

une zone tubée de forme trapézoïdale 27 constituant le refroidisseur d'air (1 dans la figure 1). Ce refroidisseur d'air est entouré d'un capotage, schématisé par un simple trait 51, excepté à la face intérieure du refroidisseur d'air. L'anneau tubé 22 comporte une interruption 25 dans laquelle pénètre l'extrémité supérieure du capotage 51. Un jeu entre ce capotage 51 et l'anneau tubé 22 permet la communication de passage de vapeur entre la saignée 19 et une surface annulaire non tubée 26 située entre le refroidisseur d'air 27 et l'anneau tubé 22. Le capotage 51 comporte quelques tubulures d'extraction 52 passant dans la saignée 19 et reliées à des pompes à vide pour l'extraction des incondensables.

On note une surépaisseur telle que  $e_1$  au départ des ramifications. Les ramifications conduisent à des saignées longues 20 et à des saignées courtes 21 réduisant ainsi la section requise pour le passage de la vapeur.

Il est ainsi possible, du fait de ces divisions des épis tubés 6, 10, 11, 12, etc... de réduire l'épaisseur des épis sans réduction du nombre de tubes, donc d'accroître les échanges thermiques. Cette réduction d'épaisseur des épis permet d'accepter la surépaisseur  $e_1$  à l'endroit des embranchements.

Le tracé selon l'invention permet ainsi d'installer, en conservant les mêmes critères de dimensionnement, un plus grand nombre de tubes dans une section de plaque tubulaire donnée : entre 5 et 10% de tubes supplémentaires par rapport au tracé de l'art antérieur, figure 1.

On note également que l'efficacité des tubes est plus homogène, on évite en particulier les bourrages importants à la base des épis. Une réduction de la pression de condensation de l'ordre de 2 à 3 mbar peut être obtenue sur un condenseur de 1000 MW.

La figure 3 montre un autre exemple de faisceau dans le cas d'un rapport hauteur sur largeur égal à 0,6. Là on voit que les épis 11 et 12, ainsi que leurs symétriques par rapport à l'axe  $\Delta$  se divisent respectivement, d'abord en deux branches 28, 29 et 30, 31, puis une nouvelle fois en deux branches 32, 33 pour la branche 28 et 34, 35 pour la branche 29. La branche 31 de l'épi 12 se divisant une nouvelle fois en deux branches 36 et 37. Entre toutes ces branches, on a des saignées de longueurs variables : 38 à 45.

La figure 4 montre un autre exemple dans lequel le rapport hauteur sur largeur du faisceau est ici de 1,7. Dans cet exemple, l'épi 6, ainsi que son symétrique se ramifie en deux branches 46 et 47, puis la branche 46, de nouveau en deux branches 48 et 49.

D'une manière générale, les tubes sont mieux répartis dans la plaque tubulaire puisque la partie périphérique a un coefficient de remplissage supérieur évitant ainsi les bourrages ou concentrations de tubes, défavorables aux échanges thermiques.

Ainsi, un calcul a montré que, dans le cas de l'art antérieur, pour les épis supérieurs, les tubes situés entre la mi-hauteur et l'extrémité des épis constituent 49,3% du total des tubes, alors que dans le cas de l'in-

vention, on arrive à 54,6%. La périphérie de la plaque est ainsi mieux occupée.

## Revendications

5

1. Faisceau tubulaire pour condenseur de vapeur dans lequel le tracé, dans un plan perpendiculaire à l'axe des tubes, de l'enveloppe des zones tubées du faisceau, est un tracé du type formant des épis rayonnant (6 ; 10 à 18), caractérisé en ce que au moins certains (6 ; 10 à 13) des épis comportent au moins une ramification (8, 9 ; 28, 29 ; 32 à 35, 46, 47, 48, 49) et en ce que lesdits épis rayonnants rayonnent à partir d'une surface tubée formant un anneau (22) sensiblement circulaire. 10 15
2. Faisceau tubulaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que les épis qui se ramifient comportent à leur base un tronc (7) qui va en s'élargissant et se ramifie en deux branches (8, 9) d'égale épaisseur dès que l'épaisseur du tronc de l'épi atteint entre une fois et demie et le double de son épaisseur à sa base. 20 25
3. Faisceau tubulaire selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'épaisseur de ladite surface tubée formant un anneau (22) est sensiblement constante. 30
4. Faisceau tubulaire selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'une surface tubée de forme trapézoïdale (27), appelée refroidisseur d'air, entourée d'un capotage (51), excepté sur la face inférieure dudit refroidisseur d'air, est située à l'intérieur dudit anneau tubé (22), une surface annulaire non tubée (26) séparant ladite surface trapézoïdale (27) dudit anneau tubé (22), ledit anneau tubé (22) comportant une interruption (25), dans laquelle pénètre l'extrémité supérieure dudit capotage (51) et laissant un jeu de communication entre l'anneau non tubé (26) et une saignée non tubée (19) de passage de vapeur séparant deux épis (17, 18), ledit capotage communiquant avec quelques tubulures d'extraction (52) passant dans ladite saignée (19). 35 40 45
5. Faisceau tubulaire selon la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits deux épis (17, 18) séparés par ladite saignée (19) sont des épis non ramifiés et en ce que ladite saignée (19) est rectangulaire. 50

55

FIG.1

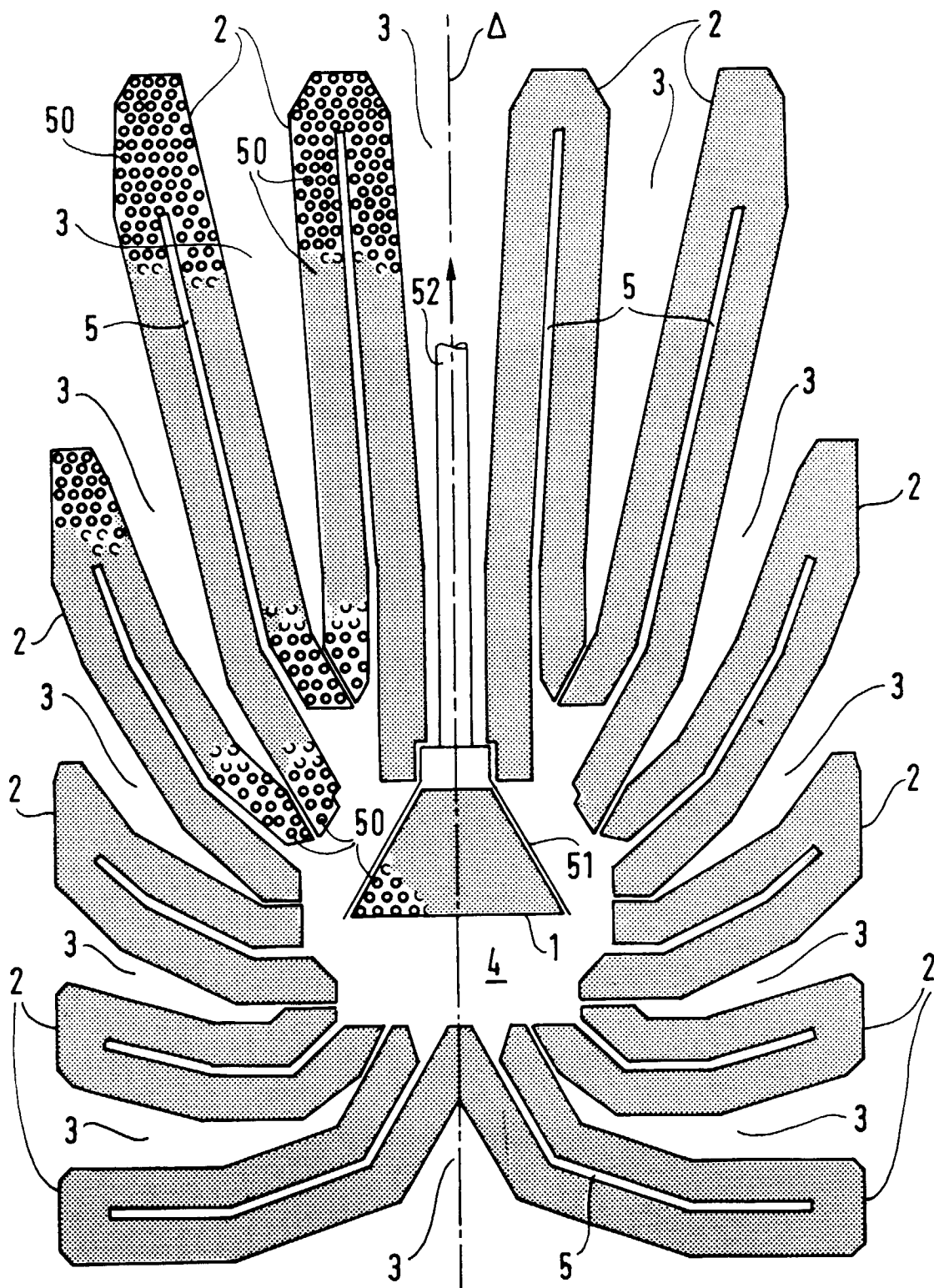


FIG. 2

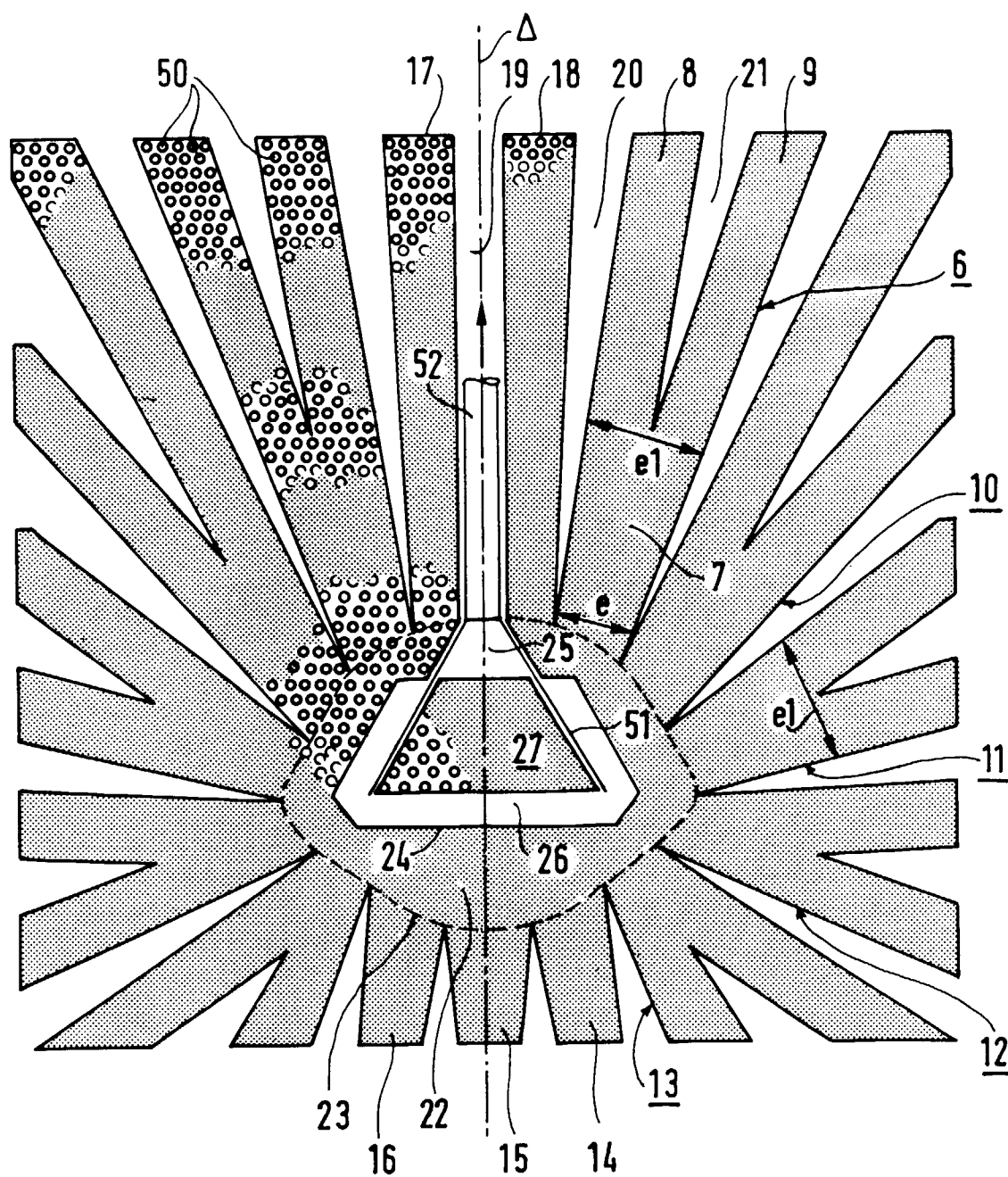


FIG. 3

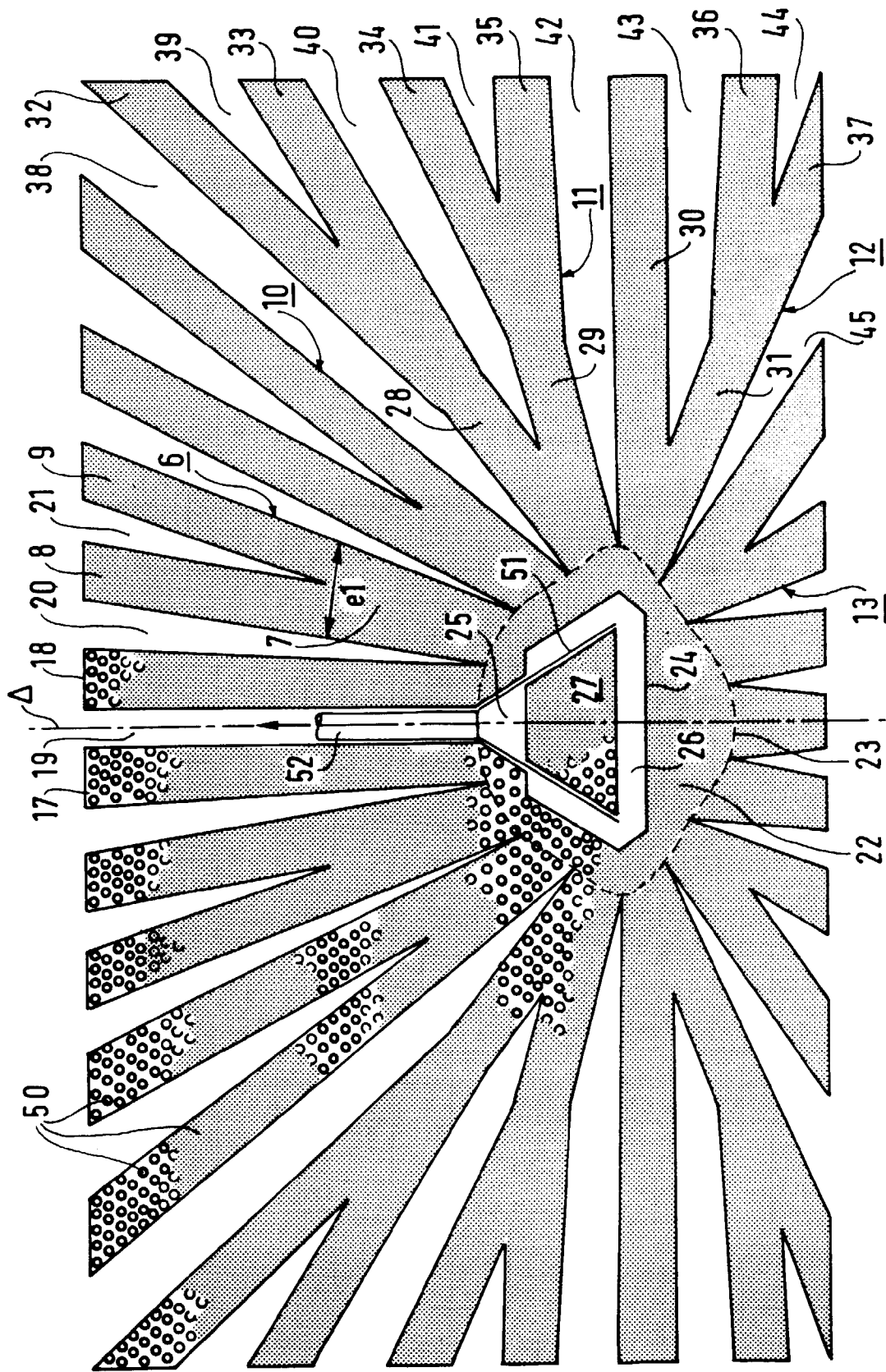
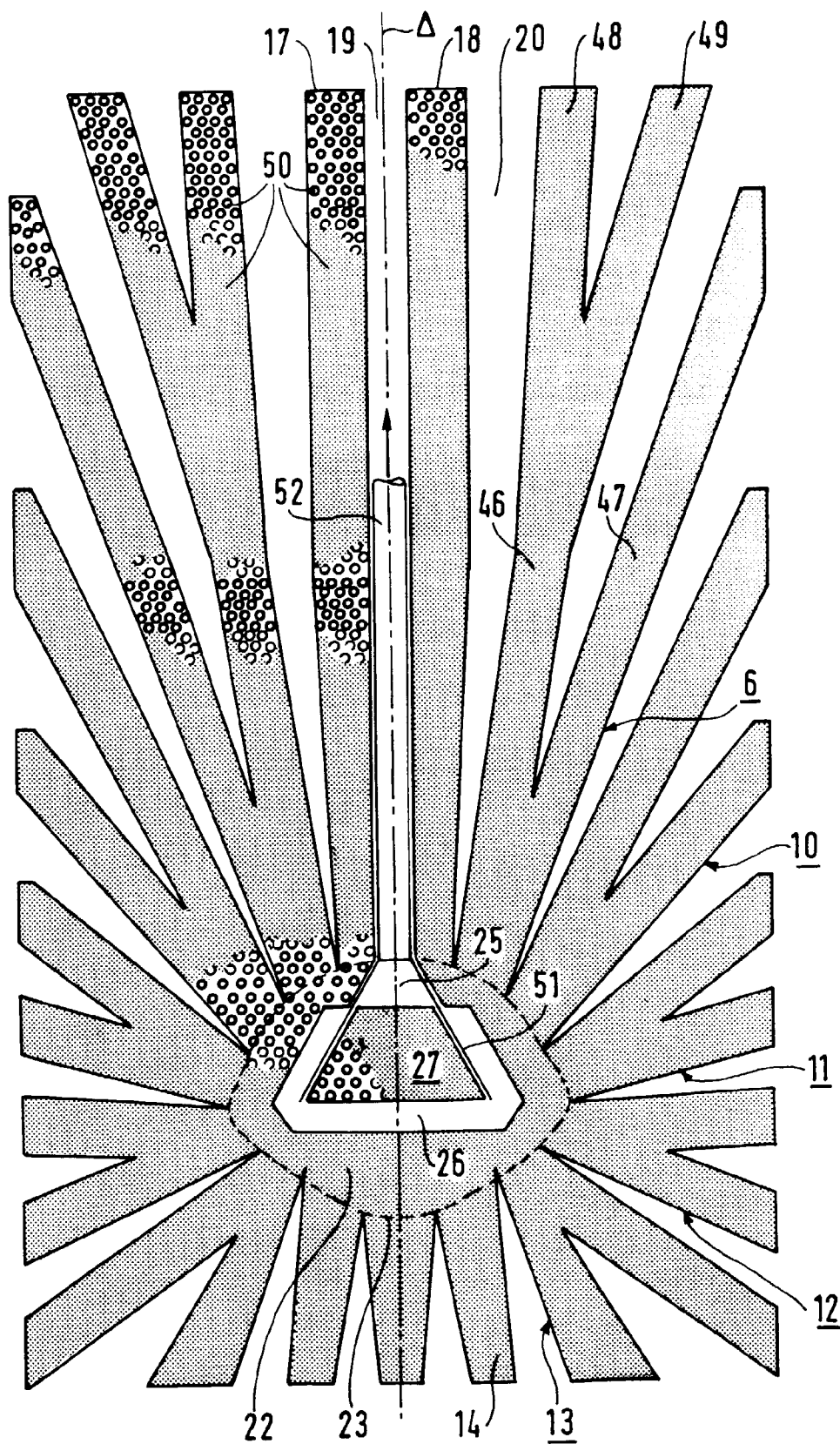


FIG. 4







Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 96 40 0339

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	US-A-3 139 926 (TOWSEND TINKER) * colonne 3, ligne 61 - colonne 4, ligne 37; figure 3 *	1	F28B1/02
A	--- SCHWEIZERISCHE BAUZEITUNG, vol. 79, no. 46, 16 Novembre 1961, ZURICH CH, XP002003843 CHRIST: "DAMPFGASSEN UND ENTLÜFTUNGSSTELLEN IN KONDENSATOREN" * page 828; figure 1K *	1	
A	--- FR-A-1 391 661 (FIVES-PENHOËT) * page 3, colonne de gauche, ligne 20 - page 3, colonne de droite, ligne 46; figure 1 *	1-5	
A	--- GB-A-261 437 (VERITY) * le document en entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			F28B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 24 Mai 1996	Examineur Beltzung, F
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)