

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Numéro de publication :

**0 056 746
B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45)

Date de publication du fascicule du brevet :
16.11.83

(51)

Int. Cl.³ : **F 28 D 7/00**

(21)

Numéro de dépôt : **82400017.8**

(22)

Date de dépôt : **07.01.82**

(54)

Dispositif d'échange de chaleur à faisceau de tubes avec lyres de dilatation soustraites aux vibrations.

(30)

Priorité : **13.01.81 FR 8100455**

(43)

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

(45)

Mention de la délivrance du brevet :
16.11.83 Bulletin 83/46

(84)

Etats contractants désignés :
BE CH DE GB IT LI NL

(56)

Documents cités :
**EP A 0 004 218
DE A 2 644 303
FR A 1 006 491
FR A 2 134 067
FR A 2 171 869
FR A 2 172 799
FR A 2 218 528
FR A 2 293 684
FR A 2 303 257
FR A 2 415 262**

(73)

Titulaire : **STEIN INDUSTRIE Société anonyme dite:
19-21, Avenue Morane Sauinier B.P. 74
F-78141 Vellizy-Villacoublay (FR)**

**COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE Etablis-
sement de Caractère Scientifique Techniqe et Indus-
triel
31/33, rue de la Fédération
F-75015 Paris (FR)**

(72)

Inventeur : **Nguyen-Thanh, Thong
23, Allée des Chardonnerets
F-78270 Cernay-La-Ville (FR)**

(74)

Mandataire : **Mongrédién, André et al
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)**

EP 0 056 746 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).

Dispositif d'échange de chaleur à faisceau de tubes avec types de dilatation soustraies aux vibrations

La présente invention concerne un dispositif à faisceau de tubes disposés entre deux plaques à tubes et munis de lyres de dilatation, pour échange de chaleur entre un fluide circulant à l'intérieur des tubes et un liquide circulant autour des tubes.

Les lyres de dilatation de tels dispositifs peuvent être entraînées en vibration pour certaines vitesses d'écoulement du fluide circulant autour des tubes, notamment lorsque celui-ci est un métal alcalin liquide. Si la fréquence d'excitation due à l'écoulement du fluide se rapproche de la fréquence de résonance des lyres de dilatation, il peut se produire des vibrations suffisantes pour endommager gravement les tubes.

On a déjà proposé pour éviter ces phénomènes de disposer les lyres de dilatation dans une zone où elles ne sont pas au contact du fluide en écoulement, par exemple, lorsque ce dernier est un métal alcalin liquide, dans une zone remplie d'un gaz rare surmontant le bain de ce métal, au voisinage de la plaque tubulaire de l'extrémité chaude de l'échangeur.

Ceci nécessite toutefois un allongement du faisceau des tubes, souvent déjà très long, la longueur des lyres de dilatation n'intervenant pas dans l'échange de chaleur. Par ailleurs, les lyres de dilatation sont dans la partie la plus chaude de l'échangeur, où le taux de travail admissible est le plus faible.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients ci-dessus, et de procurer un dispositif ne comportant pas de zone spéciale réservée aux lyres de dilatation et ne participant pas à l'échange de chaleur. Elle a encore pour but d'assurer le fonctionnement des lyres de dilatation avec un taux de travail plus favorable, hors de la partie la plus chaude de l'échangeur, et par suite d'employer des tubes d'épaisseur plus faible.

A cet effet et conformément à l'invention, il est proposé un dispositif d'échange de chaleur comprenant une virole externe fermée à ses extrémités par deux plaques à tubes, un faisceau de tubes munis de lyres de dilatation, ces tubes étant raccordés aux plaques à tubes pour déboucher dans des collecteurs d'entrée et de sortie d'un fluide circulant à l'intérieur des tubes et des tubulures d'entrée et de sortie d'un liquide circulant dans ladite virole et autour des tubes, tel que connu du FR-A-2 415 262. Ce dispositif est caractérisé en ce que les lyres de dilatation sont disposées au contact du liquide dans la zone la plus froide de l'échangeur et en ce que des moyens sont prévus pour dévier au moins une partie du débit de liquide au niveau des lyres de dilatation afin que le liquide ne puisse entraîner ces dernières en vibration.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les moyens pour dévier au moins une partie du débit de liquide comprennent une chemise interne à la virole externe et dans laquelle sont

placées les lyres de dilatation et au moins un orifice ménagé dans ladite virole en amont des lyres de dilatation pour dévier au moins une partie du débit de liquide entre la chemise interne et la virole externe.

Il répond en outre de préférence à au moins l'une des caractéristiques suivantes :

— Les lyres de dilatation sont au contact du liquide en écoulement, lesdits moyens comprenant en outre au moins un second orifice ménagé dans ladite virole en aval des lyres de dilatation, l'un au moins des orifices comprenant des moyens de répartition du débit entre l'intérieur et l'extérieur de la chemise, tels que le métal passe au contact des lyres de dilatation à une vitesse suffisamment faible pour ne pouvoir les entraîner en vibration.

— Les lyres de dilatation sont au contact d'un bain de liquide statique, ladite chemise étant obturée en aval des lyres de dilatation de telle sorte que tout le métal est dévié entre la chemise interne et la virole externe.

— Les lyres de dilatation sont équilibrées par rapport à l'axe général des tubes de façon à n'exercer aucune contrainte de flexion sur leur liaison avec les plaques à tubes.

— Les lyres de dilatation sont symétriques par rapport à l'axe des tubes.

— Des barres de stabilisation sont disposées entre les lyres dans des plans parallèles aux plans de celles-ci.

On décrira maintenant, à titre d'exemples non limitatifs, deux variantes de réalisation du dispositif selon l'invention, en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 est une vue en coupe schématique d'un générateur de vapeur réalisé conformément à l'invention ;

la figure 2 est une vue en coupe à plus grande échelle montrant la partie inférieure du générateur de vapeur de la figure 1 et illustrant une première variante de réalisation selon laquelle les lignes de dilatation des tubes sont au contact du liquide en écoulement ;

la figure 3 est une vue schématique comparable à la figure 2 montrant une variante de réalisation dans laquelle les lyres de dilatation des tubes sont symétriques ;

la figure 4 est une vue en coupe selon la ligne IV-IV de la figure 2 ;

la figure 5 est une vue à plus grande échelle du détail V de la figure 4 ; et

la figure 6 est une vue de la partie inférieure du générateur de vapeur comparable à la figure 2, montrant une variante de réalisation de l'invention selon laquelle les lyres de dilatation des tubes sont au contact d'un bain de liquide statique.

On voit sur la figure 1 que le générateur de vapeur comporte une virole externe 1, à axe vertical, fermée à ses extrémités inférieure et supérieure par des plaques à tubes 2, 2' auxquelles

les se raccordent les tubes tels que 3 d'un faisceau de tubes disposé à l'intérieur de la virole 1. Ces tubes débouchent respectivement, à la partie inférieure du générateur de vapeur, dans un collecteur d'entrée 4 de l'eau du circuit secondaire du générateur et à sa partie supérieure, dans un collecteur de sortie 4' de l'eau vaporisée. L'eau à vaporiser circule donc de bas en haut à l'intérieur des tubes 3 entre les collecteurs 4 et 4'.

Le métal liquide (généralement du sodium) circulant dans le circuit primaire du générateur se déplace à contre-courant par rapport à l'eau du circuit primaire, c'est-à-dire de haut en bas, à l'intérieur de la virole 1 et autour des tubes 3 entre une tubulure d'entrée 5' et une tubulure de sortie 5.

Comme l'illustre en particulier la figure 2, les tubes 3 sont généralement rectilignes et définissent chacun un axe vertical X. Toutefois, ils présentent chacun à proximité de leur extrémité inférieure raccordée à la plaque à tubes 2 une lyre de dilatation représentée en 11 dans sa position à froid et en 12 dans sa position à chaud. Les lyres de dilatation se trouvent ainsi dans la zone la plus froide de l'échangeur, c'est-à-dire au contact du sodium liquide, refroidi au contact de l'eau à vaporiser. De plus, les lyres de dilatation sont équilibrées, c'est-à-dire que la longueur de leurs branches et leur position par rapport aux axes X des tubes sont telles que les lyres n'exercent en fonctionnement aucune réaction de flexion sur les têtes 13A de jonction des tubes avec la plaque à tubes 2.

Conformément à l'invention, les lyres de dilatation 11 sont disposées à l'intérieur d'une chemise mince 6 qui définit avec la virole externe 1 un passage annulaire par lequel est déviée au moins une partie du débit du sodium liquide circulant entre les viroles d'entrée 5' et de sortie 5. A cet effet, la chemise mince 6 comporte au-dessus des lyres de dilatation 11 un orifice annulaire 8 par lequel au moins une partie du sodium liquide descendant dans la virole externe 1 est déviée dans le passage annulaire formé entre cette virole et la chemise 6.

Dans la variante de réalisation de la figure 2, la virole 6 se prolonge en dessous des lyres de dilatation par une virole perforée 7 soudée à la virole et par laquelle la partie du sodium liquide descendant à l'intérieur de la virole 6 ressort dans le passage annulaire pour être évacuée par la tubulure 5 avec la partie du sodium qui a été déviée dans ce passage par l'orifice 8. Cette virole perforée 7 assure la répartition voulue du débit de sodium liquide entre les zones interne et externe à la chemise 6. De façon plus précise, la section de passage des trous de la virole perforée 7 définit une perte de charge suffisamment grande, par rapport à la section de passage autour de la chemise 6, pour que le débit de sodium liquide chaud à l'intérieur de la chemise soit suffisamment faible pour ne pas risquer d'entraîner des vibrations des lyres de dilatation.

Comme le montre la figure 2, la virole perforée 7 est fixée à une couronne circulaire 9, elle-même

reliée à la plaque à tubes 2 par des boulons 10.

La figure 3 représente une variante du générateur de vapeur de la figure 2 dans laquelle les lyres de dilatation telles que 13 sont symétriques par rapport à l'axe général X du tube correspondant (la position de la lyre à chaud est représentée en 14). Ceci présente l'avantage d'une réduction de l'encombrement transversal des lyres et par suite du diamètre de la virole 6. En revanche, la longueur des lyres est augmentée et elles exercent en fonctionnement un certain effort de flexion sur les têtes correspondantes de la jonction du tube avec la plaque tubulaire (non représentée).

La figure 4 est une vue en coupe selon l'axe IV-IV de la figure 2 et la figure 5 une vue de détail V de la figure 4. Ces figures permettent de voir la répartition en quinconce des tubes tels que 13, 14, 15, 16, et les barres telles que 17, 18, 19 glissées entre les rangées de tubes pour augmenter la sécurité vis-à-vis des vibrations de ceux-ci.

Enfin, on a représenté sur la figure 6 une variante de la figure 2 selon laquelle la zone interne à la virole 6 contenant les lyres de dilatation 11 contient du sodium liquide à l'état statique et non en circulation. A cet effet, la virole perforée 7 est supprimée et la virole 6 est raccordée directement à la plaque à tubes 2. Il en résulte, comme l'illustrent les flèches sur la figure 6, que l'ensemble du débit de sodium liquide s'effectue par l'extérieur de la virole 6, au travers des orifices 8.

Dans cette configuration, les lyres de dilatation participent toujours à l'échange thermique, mais elles sont au contact de sodium liquide pratiquement statique, de sorte que tout risque de vibration de ces lyres est éliminé.

Bien que les dispositifs qui ont été décrits en référence aux figures paraissent les formes de réalisation préférables de l'invention, on comprendra que diverses modifications peuvent leur être apportées sans sortir du cadre de l'invention, certains de leur organes pouvant être remplacés par d'autres qui joueraient un rôle technique analogue. En particulier, dans la variante de réalisation de la figure 2, les organes de répartition du débit entre les zones interne et externe par rapport à l'enveloppe peuvent être autres qu'une grille à trous calibrés. Ils peuvent aussi être disposés en amont de l'enveloppe interne, et non plus en aval de celle-ci.

L'invention s'applique aux échangeurs de chaleur à faisceaux de tubes avec lyres de dilatation, notamment pour générateur de vapeur à fluide primaire constitué par un métal alcalin liquide.

Revendications

1. Dispositif d'échange de chaleur comprenant une virole externe (1) fermée à ses extrémités par deux plaques à tubes (2, 2'), un faisceau de tubes (3) munis de lyres de dilatation (11), ces tubes étant raccordés aux plaques à tubes (2, 2') pour déboucher dans des collecteurs d'entrée et de

sortie (4, 4') d'un fluide circulant à l'intérieur des tubes et des tubulures d'entrée et de sortie (5', 5) d'un liquide circulant dans ladite virole et autour des tubes, caractérisé en ce que les lyres de dilatation (11) sont disposées au contact du liquide dans la zone la plus froide de l'échangeur et en ce que des moyens (6, 7, 8) sont prévus pour dévier au moins une partie du débit de liquide au niveau des lyres de dilatation afin que le liquide ne puisse entraîner ces dernières en vibration.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens comprennent une chemise (6) interne à la virole externe (1) et dans laquelle sont placées les lyres de dilatation (11) et au moins un orifice (8) ménagé dans ladite virole en amont des lyres de dilatation pour dévier au moins une partie du débit de liquide entre la chemise interne et la virole externe.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les lyres de dilatation sont au contact du liquide en écoulement, lesdits moyens comprenant en outre au moins un second orifice (7) ménagé dans ladite virole en aval des lyres de dilatation, l'un au moins des orifices (7, 8) comprenant des moyens de répartition de débit entre l'intérieur et l'extérieur de la chemise, tels que le métal passe au contact des lyres de dilatation à une vitesse suffisamment faible pour ne pouvoir les entraîner en vibration.

4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les lyres de dilatation sont au contact du liquide statique, ladite chemise (6) étant obturée en aval des lyres de dilatation, de telle sorte que tout le métal est dévié entre la chemise interne et la virole externe.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que les lyres de dilatation (11) sont équilibrées par rapport à l'axe général des tubes de façon à n'exercer aucune contrainte de flexion sur leur liaison avec les plaques à tubes.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les lyres de dilatation (13) sont symétriques par rapport à l'axe (X) des tubes.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les barres de stabilisation (18, 19 figure 5) sont disposées entre les lyres dans des plans parallèles aux plans de celles-ci.

Claims

1. Heat exchange device comprising an external shell (1) closed at its ends by two tube plates (2, 2'), a bundle of tube (3) having expansion bends (11), said tubes being connected to the tube plates (2, 2') to open into inlet and outlet manifolds (4, 4') for a fluid circulating inside said tubes, and an inlet and outlet (5, 5') for a liquid circulating inside said shell and around said tubes, characterized in that the expansion bends (11) are located in contact with the liquid in the coolest zone of the exchanger, and in that means (6, 7, 8) are provided to divert at least a part of the

flow of liquid from the level of the expansion bends whereby the liquid cannot set them vibrating.

2. Device according to claim 1, characterized in that said means comprise an internal liner (6) for the external shell (1) within which the expansion bends (11) are located, and at least one orifice (8) formed in said shell above the expansion bends to divert at least a part of the flow of liquid between the internal liner and the external shell.

3. Device according to claim 2, characterized in that the expansion bends are in contact with flowing liquid, said means additionally comprising at least one second orifice (7) formed in said shell below the expansion bends, at least one of the orifices (7, 8) comprising means for dividing the flow between the interior and the exterior of the liner, such that metal passes in contact with the expansion bends at a speed low enough not to set them vibrating.

4. Device according to claim 2, characterized in that the expansion bends are in contact with static liquid, said liner (6) being closed below the expansion bends, whereby all the metal is diverted between the internal liner and the external shell.

5. Device according to any one of claims 2 to 4, characterized in that the expansion bends (11) are equilibrated with respect to the general axis of the tubes whereby they exercise no flexing stress on their linkage with the tube plates.

6. Device according to any one of claims 1 to 5, characterized in that the expansion bends (13) are symmetrically disposed with respect to the axis (X) of the tubes.

7. Device according to any one of claims 1 to 6, characterized in that stabiliser bars (18, 19, Fig 5) are disposed between the bends in planes parallel to the planes of the latter.

Ansprüche

1. Wärmeaustauschvorrichtung mit einem äußeren Mantel (1), welcher an seinen Enden durch zwei Rohrwände (2, 2') verschlossen ist, einem Bündel von mit Dehnungsbögen (11) versehenen Rohren (3), welche so an den Rohrwänden (2, 2') angeschlossen sind, daß sie in Einlaß- und Auslaßsammlern (4, 4') für ein im Inneren der Rohre zirkulierendes Strömungsmittel ausmünden, und mit Einlaß- und Auslaßleitungen (5, 5') für eine innerhalb des Mantels und um die Rohre herum zirkulierende Flüssigkeit, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungsbögen (11) in der kältesten Zone des Austauschers in Kontakt mit der Flüssigkeit angeordnet sind und daß Einrichtungen (6, 7, 8) zum Ablenken wenigstens eines Teils der zirkulierenden Flüssigkeit in Höhe der Dehnungsbögen vorgesehen sind, so daß die Flüssigkeit die Letzteren nicht in Schwingungen versetzen kann.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch ge-

kennzeichnet, daß die genannten Einrichtungen einen innerhalb des äußeren Mantels (1) angeordneten inneren Mantel (6) aufweisen, in welchem die Dehnungsbögen (11) angeordnet sind und daß an der Zuströmseite der Dehnungsbögen wenigstens ein Durchlaß (8) zum Ablenken wenigstens eines Teils der zirkulierenden Flüssigkeit zwischen den inneren Mantel und den äußeren Mantel in dem genannten Mantel geformt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungsbögen in Kontakt mit der abfließenden Flüssigkeit stehen und daß die genannten Einrichtungen außerdem wenigstens einen an der Abströmseite der Dehnungsbögen in dem genannten Mantel geformten zweiten Durchlaß (7) aufweisen, wobei wenigstens einer der Durchlässe (7, 8) Einrichtungen zum Teilen der Strömung zwischen dem Inneren und dem Äußeren des inneren Mantels aufweist, so daß das Metall mit einer genügend niedrigen Geschwindigkeit in Kontakt mit den Dehnungsbögen kommt, um diese nicht in

Schwingungen versetzen zu können.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungsbögen mit statischer Flüssigkeit in Kontakt stehen, da der innere Mantel (6) an der Abströmseite der Dehnungsbögen verschlossen ist, so daß das gesamte Metall zwischen den inneren und den äußeren Mantel abgelenkt wird.

5. Vorrichtung nach irgend einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungsbögen (11) in bezug auf die mittlere Achse der Rohre ausgewuchtet sind, so daß sie keinerlei Biegespannungen an den Anschlüssen der Rohre an den Rohrwänden hervorrufen.

6. Vorrichtung nach irgend einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungsbögen (13) in bezug auf die Achsen (X) der Rohre symmetrisch sind.

7. Vorrichtung nach irgend einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Bögen Stabilisierungsstäbe (18, 19 Fig. 5) in zu den Ebenen derselben parallelen Ebenen angeordnet sind.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

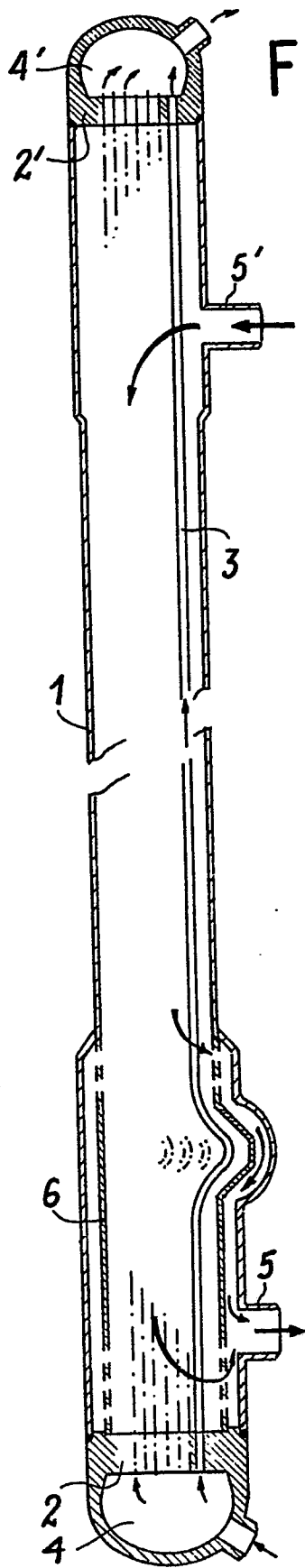


FIG. 1

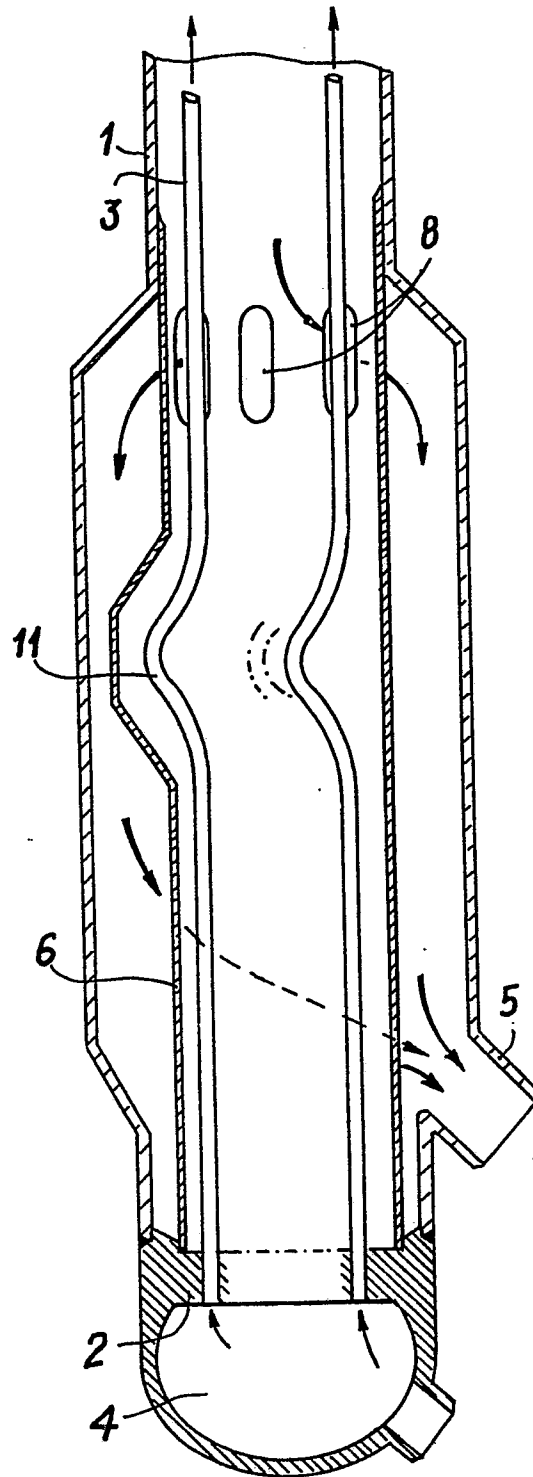
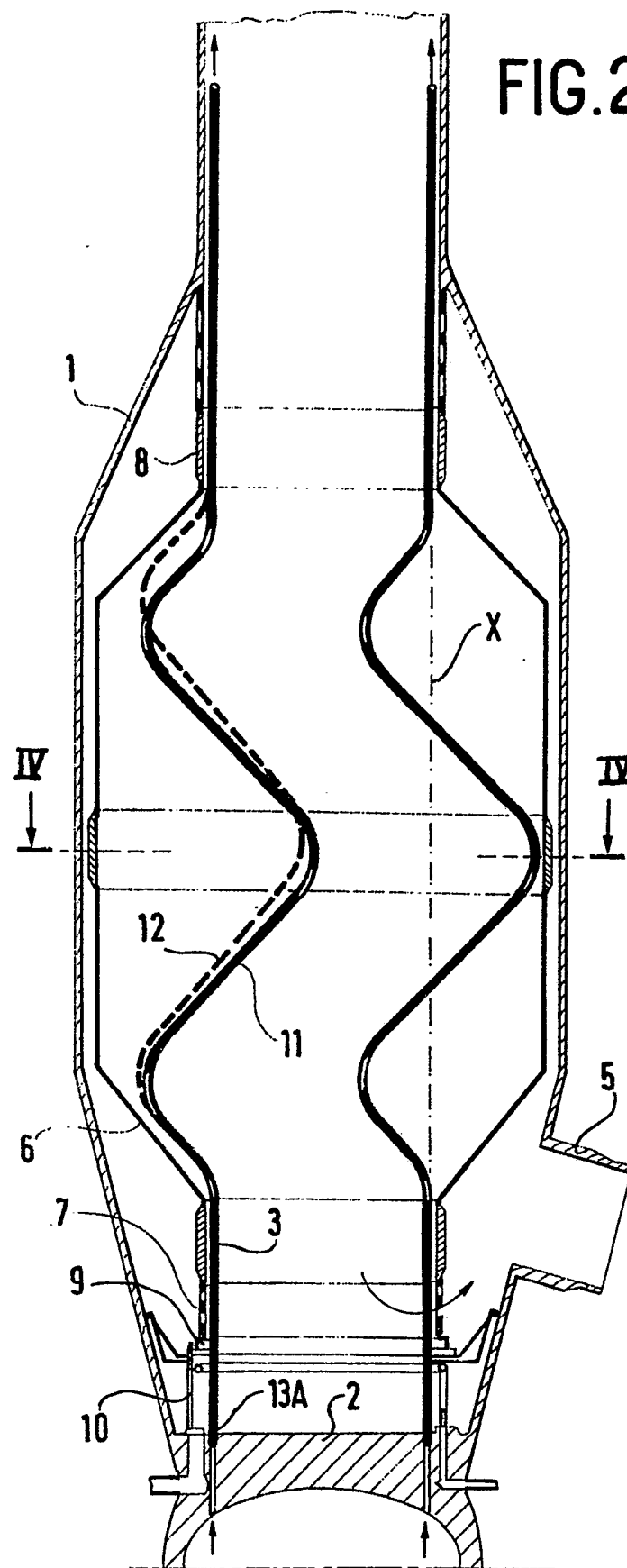


FIG. 6

FIG.2



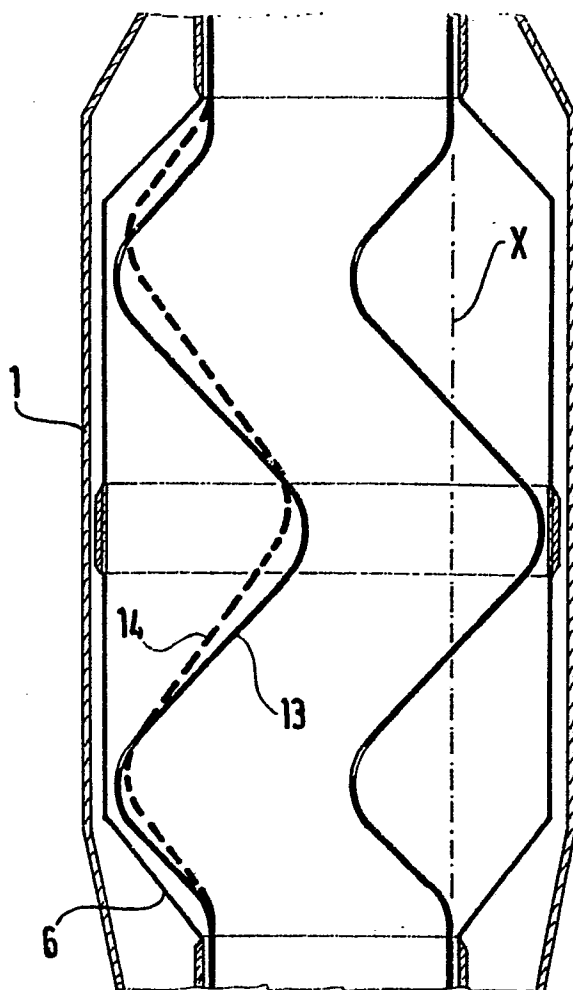


FIG. 3

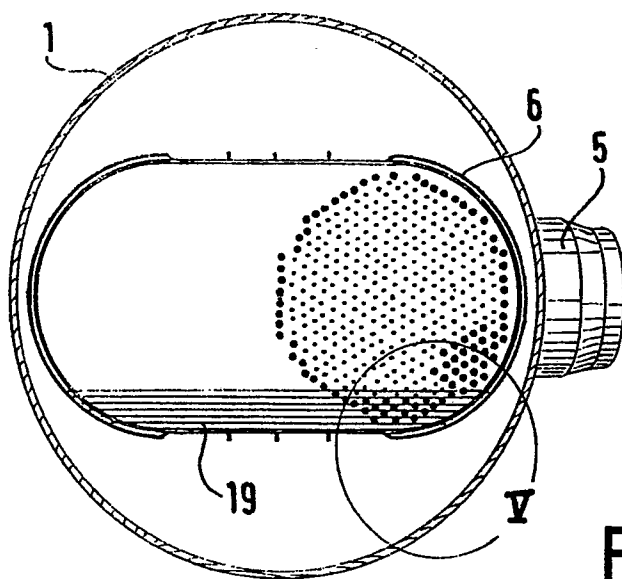


FIG. 4

FIG. 5

