



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
29.02.2012 Bulletin 2012/09

(51) Int Cl.:
F28D 9/04 (2006.01) F28F 3/12 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11178576.2**

(22) Date de dépôt: **24.08.2011**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME

(30) Priorité: **24.08.2010 FR 1056720**

(71) Demandeur: **Electricité de France**
75008 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **Radulescu, Mihai**
77250 MORET-SUR-LOING (FR)
• **Frichet, Jean-Claude**
77690 MONTIGNY-SUR-LOING (FR)

(74) Mandataire: **Texier, Christian et al**
Cabinet Regimbeau
20, rue de Chazelles
75847 Paris Cedex 17 (FR)

(54) **Echangeur thermique amélioré**

(57) Dispositif d'échange thermique entre un premier fluide caloporteur (F1) et un second fluide caloporteur (F2) comprenant

- un premier canal (100) associé à une entrée (E1) et une sortie (S1), le premier canal (100) étant destiné à recevoir le premier fluide caloporteur (F1),
- un deuxième canal (200), associé à une entrée (E2) et une sortie (S2), hydrauliquement isolé du premier canal (100), le deuxième canal (200) étant destiné à recevoir un deuxième fluide caloporteur (F2), le deuxième canal (200) permettant un échange thermique entre le premier et le deuxième fluide caloporteur (F1,F2),
le dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend une enveloppe conique (T) et un élément en forme de plaque (10), enroulé, dont l'arrête supérieure est adjacente à l'enveloppe conique, l'élément en forme de plaque (10) définissant un conduit interne formant le premier canal (100) suivant une trajectoire en forme de zig zag, l'enroulement de la plaque (10) définissant le deuxième canal (200) entre les spires de l'enroulement, formant des moyens de guidage de sorte que les deux fluides circulent chacun le long d'une trajectoire en spirale.

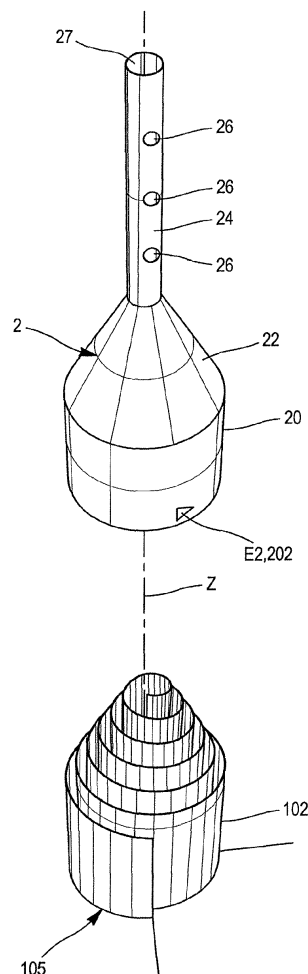


FIG. 7

Description

[0001] L'invention concerne le domaine des échangeurs de chaleur.

[0002] Plus particulièrement, l'invention concerne le domaine des échangeurs conçus pour provoquer un échange thermique entre un premier et un deuxième fluide caloporteur.

[0003] Plus particulièrement encore, l'invention concerne le domaine des échangeurs conçus pour être agencés au sein d'un réservoir de stockage comme un dispositif de chauffe-eau afin de provoquer un échange thermique entre un fluide caloporteur (par exemple provenant d'un circuit solaire) et le fluide à chauffer contenu dans le réservoir (par exemple de l'eau sanitaire dans le cas d'un chauffe-eau).

[0004] Dans ce domaine, on connaît de nombreux dispositifs permettant d'échanger l'énergie thermique (c'est-à-dire de la chaleur) entre un premier fluide caloporteur et un deuxième fluide caloporteur.

[0005] Les figures 1, 2a et 2b tirées du document US 2 663 549 représentent trois vues en coupe d'un même échangeur de chaleur 1 permettant de transférer l'énergie thermique entre un premier fluide G vers un deuxième fluide R.

[0006] Plus précisément, cet échangeur 1 est composé d'un élément tubulaire en spirale dont les spires non jointives présentent une section droite fermée en forme de rectangle allongé parallèlement à l'axe de la spirale. Le fluide G est amené par une canalisation 11 centrale dans l'entrée radialement interne de l'élément en spirale pour circuler dans l'élément tubulaire en spirale 4. La spire radialement externe de l'élément tubulaire débouche axialement sur le côté opposé à la canalisation 11. Entre les spires de l'élément tubulaire, il est formé un canal en spirale hydrauliquement isolé de l'élément en spirale et qui débouche axialement de part et d'autre de l'élément tubulaire. Le fluide R, quant à lui, est amené par une canalisation 22 dans le canal et circule ainsi axialement, c'est-à-dire verticalement depuis le bas de l'échangeur vers le haut en circulant dans l'élément en spirale selon la direction 7. Ainsi, le fluide R est hydrauliquement isolé du fluide G, tout en étant en relation d'échange thermique avec ce dernier par les surfaces 2 et 3. En sortie de l'échangeur, le fluide R sortant de chaque spire selon les directions 7 est recueilli dans un élément collecteur 10 pour une utilisation ultérieure.

[0007] Cependant, des critiques ont été émises quant aux dispositifs de l'état de la technique. En effet, l'échange thermique entre le fluide R et le fluide G s'effectue le long de la hauteur de l'échangeur 1 et cette surface d'échange n'est pas toujours suffisante pour un rendement optimum de l'échange thermique.

[0008] Une première solution serait d'augmenter la taille de l'échangeur, avec pour conséquences un échangeur plus cher, plus complexe et il n'y a pas forcément de place pour agencer un tel échangeur à l'intérieur d'un réservoir (par exemple un ballon d'eau chaude).

[0009] Selon une autre critique, il s'avère que ces dispositifs de l'état de la technique ne permettent pas de mettre en oeuvre une stratification thermique du fluide en sortie de l'échangeur.

[0010] On entendra par « stratification thermique » d'un volume de fluide, le fait que ce volume de fluide comprend des couches à des températures différentes selon la position de cette couche. Généralement, ces couches sont situées les unes sur les autres le long de la hauteur dans un récipient (tel qu'un ballon ou tout autre type de réservoir pour fluide), les couches inférieures étant les plus froides, la température des couches augmentant avec la hauteur de positionnement. Bien évidemment, ce phénomène de stratification thermique n'est pas obligatoirement discontinu et est généralement continu par échange thermique entre les couches.

[0011] En conséquence, un premier but de la présente invention est de fournir un dispositif d'échange de chaleur entre un premier fluide caloporteur et un second fluide caloporteur permettant d'augmenter la surface d'échange par rapport aux dispositifs de l'état de la technique sans pour autant augmenter la taille de l'échangeur.

[0012] Plus précisément, un but de la présente invention est de proposer un dispositif d'échange thermique qui soit simple et peu coûteux à réaliser.

[0013] Un autre but de la présente invention est de fournir un dispositif d'échange de chaleur mettant en oeuvre une stratification thermique de l'un des deux fluides caloporteurs en sortie de l'échangeur.

[0014] A cet effet l'invention concerne un dispositif d'échange thermique entre un premier fluide caloporteur et un second fluide caloporteur comprenant :

- un premier canal associé à une entrée et une sortie, le premier canal étant destiné à recevoir le premier fluide caloporteur,
 - un deuxième canal, associé à une entrée et une sortie, hydrauliquement isolé du premier canal, le deuxième canal étant destiné à recevoir un deuxième fluide caloporteur, le deuxième canal permettant un échange thermique entre le premier et le deuxième fluide caloporteur,
- le dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend une enveloppe conique et un élément en forme de plaque, enroulé, dont l'arrête supérieure est adjacente à l'enveloppe conique, l'élément en forme de plaque définissant un conduit interne formant le premier canal suivant une trajectoire en forme de zig zag, l'enroulement de la plaque définissant le deuxième canal entre les spires de l'enroulement, formant des moyens de guidage de sorte que les deux fluides circulent chacun le long d'une trajectoire en spirale.

[0015] Ainsi les moyens de guidage obligent les deux fluides à s'écouler le long d'une spirale au sein d'un échangeur permettant d'augmenter la surface de contact sans augmenter la taille de l'échangeur.

[0016] Ainsi, il est possible d'obtenir de manière très simple un échangeur thermique dont les deux fluides circulent chacun le long d'une trajectoire en spirale. La circulation relative des fluides pouvant être avantageusement à contre courant.

[0017] Avantageusement mais facultativement, l'invention comprend au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- le premier canal comprend une entrée située à proximité du centre de l'enroulement de l'élément en forme de plaque et une sortie radialement externe, opposée au centre de l'enroulement,
- le deuxième canal comprend une entrée radialement externe à l'enroulement de l'élément en forme de plaque et une sortie située à proximité du centre de l'enroulement,
- le premier canal comprend des tronçons principaux perpendiculaires à l'axe d'enroulement de l'élément en forme de plaque, les tronçons principaux étant raccordés deux à deux, au niveau de leurs extrémités par des tronçons secondaires parallèles à l'axe d'enroulement,
- le dispositif comprend un élément en forme de plaque comprenant :

■ le canal interne destiné à recevoir le premier fluide caloporteur, deux surfaces opposées de part et d'autre du canal interne conçues pour provoquer un échange de chaleur entre le premier fluide caloporteur circulant au sein du canal et le deuxième fluide en contact avec lesdites surfaces, la hauteur de l'élément en forme de plaque variant le long d'un axe principal dudit élément perpendiculaire à l'axe d'enroulement,

- l'élément en forme de plaque présente une augmentation de la hauteur entre une première extrémité de la plaque le long de son axe principal et une deuxième extrémité de la plaque,
- l'élément en forme de plaque présente une augmentation de la hauteur le long de l'axe principal de la plaque,
- l'augmentation de la hauteur est continue,
- l'augmentation de la hauteur est par palier,
- la différence de hauteur d'une extrémité à l'autre de l'élément en forme de plaque le long de son axe principal est d'une valeur relative comprise entre 5% et 100%,
- la différence de hauteur d'une extrémité à l'autre de l'élément en forme de plaque le long de son axe principal est d'une valeur absolue comprise entre 10 cm et 100 cm,
- les surfaces de l'élément en forme de plaque présentent des aspérités et/ou des protubérances et/ou des ailettes,
- l'élément en forme de plaque est réalisé dans au

moins l'un des matériaux suivants : métaux, plastiques, matériaux composites,

- le dispositif comprend en outre une cheminée de stratification thermique,
- 5 - la cheminée de stratification thermique comprend un élément tubulaire comprenant une pluralité de lumières alignées dans le sens d'un axe principal de l'élément tubulaire.

10 **[0018]** Ainsi, en sortie de l'échangeur, il est possible d'avoir une stratification thermique de l'un des deux fluides caloporteurs, c'est-à-dire que, selon la température du fluide en sortie de l'échangeur par rapport au fluide ambiant dans lequel est immergé l'échangeur, le fluide ressort à une hauteur différente correspondant à l'une ou l'autre des lumières de l'élément tubulaire.

15 **[0019]** L'invention concerne également un réservoir de fluide, notamment un ballon d'eau chaude, caractérisé en ce qu'il comprend le dispositif d'échange de chaleur selon l'invention, et en ce que le premier canal est connecté à un circuit de fluide provenant d'une source chaude de sorte que le fluide provenant d'une source chaude circule à l'intérieur du premier canal interne et en ce que le deuxième canal comprend une entrée et une sortie au sein du réservoir de sorte que le fluide contenu dans le réservoir constitue le deuxième fluide caloporteur circulant au sein du deuxième canal du dispositif d'échange de chaleur.

20 **[0020]** D'autres buts, caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à lecture de la description qui va suivre et sur les figures annexées, données à titre illustratif, et sur lesquelles :

- les figures 1 et 2a et 2b, tirés du document US 2 663 549 représentent un dispositif d'échange de chaleur selon l'état de la technique, la figure 1 étant une vue en coupe verticale I-I, la figure 2a étant une vue en coupe horizontale IIa-IIa, et la figure 2b étant une vue en coupe verticale IIb-IIb,
- 30 - la figure 3a est une représentation schématique de coté d'un élément en forme de plaque d'un dispositif d'échange de chaleur selon un premier mode de réalisation de la présente invention,
- la figure 3b est une représentation schématique de coté d'un élément en forme de plaque d'un dispositif d'échange de chaleur selon un autre mode de réalisation de la présente invention,
- 35 - les figures 3c et 3d sont des vues en coupe respectivement des figures 3a et 3b, respectivement selon les plans IIIc-IIIc et IIId-IIId,
- 40 - la figure 4a est une représentation schématique de coté d'un élément en forme de plaque d'un dispositif d'échange de chaleur selon encore un autre mode de réalisation de la présente invention,
- 45 - la figure 4b est une vue en coupe verticale selon le plan IVb-IVb de l'élément de la figure 4a,
- la figure 4c est une vue cavalière d'une portion de l'élément de la figure 4a.
- 50
- 55

- la figure 5a représente un élément en forme de plaque d'un dispositif d'échange de chaleur selon la figure 4a, enroulé selon un mode de réalisation de la présente invention,
- la figure 5b représente une enveloppe et une cheminée de stratification selon un mode de réalisation de la présente invention,
- la figure 6a est une vue en coupe horizontale VIII-VIII d'un dispositif d'échange de chaleur selon les figures 5a et 5b (le nombre de spire ayant été réduit par souci de clarté),
- la figure 6b est une vue de haut d'un dispositif d'échange de chaleur selon les figures 5a et 5b,
- la figure 7 représente une vue éclatée d'un dispositif d'échange de chaleur selon un mode particulier de la présente invention,
- la figure 8 représente une vue en coupe d'un élément en forme de plaque d'un dispositif d'échange de chaleur selon la figure 3a ou 3b, enroulé selon un mode de réalisation de la présente invention,
- la figure 9 représente un dispositif d'échange de chaleur comprenant un élément en forme de plaque selon la figure 8,
- la figure 10 est une vue en coupe horizontale de la figure 9 selon le plan IX-IX d'un dispositif d'échange de chaleur selon la figure 9,
- la figure 11 est une vue en coupe d'un réservoir de fluide, et plus spécialement un chauffe-eau comprenant un dispositif d'échange de chaleur selon l'invention.

[0021] En référence à la figure 3a et selon un premier mode particulier de la présente invention, un dispositif d'échange de chaleur entre un premier fluide F1 et un second fluide F2 comprend un élément 10 en forme de plaque P.

[0022] L'élément 10 en forme de plaque P comprend un axe principal A le long duquel s'étend ladite plaque entre une première extrémité 103 et une seconde extrémité 104. L'élément 10 présente entre ces deux extrémités, deux surfaces opposées 101 et 102 espacées d'une épaisseur e selon une transversale de l'axe principal A.

[0023] Préférentiellement, les extrémités 103 et 104 sont des segments de droite perpendiculaires à l'axe principal A. La plaque comprend également un bord 105 préférentiellement parallèle à l'axe principal A et un deuxième bord 106 opposé au bord 105. Les bords 103, 104, 105 et 106 permettent de former le contour des deux surfaces de contact 101 et 102. La forme externe de l'élément 10 est obtenue par translation des contours 103, 104, 105 et 106 le long de l'épaisseur e (préférentiellement perpendiculaire aux contours 103, 104, 105 et 106). Le bord 104 définit la direction d'un axe Z préférentiellement perpendiculaire à l'axe principal A. L'élément 10 (et plus spécifiquement les surfaces de contact 101 et 102) peut être réalisé en tout matériau connu de l'état de la technique pour permettre une optimisation de l'échan-

ge de chaleur entre un premier fluide caloporteur et un second fluide caloporteur et notamment peut être réalisé dans au moins l'un des matériaux suivants : métaux, plastiques, matériaux composites, ...

[0024] L'élément 10 est en forme de « plaque », c'est à dire que ces dimensions géométriques sont telles que son épaisseur e est sensiblement inférieure aux dimensions des surfaces opposées 101 et 102 et plus précisément de la largeur horizontale L et la hauteur verticale H du corps de base.

[0025] Par convention, on appellera le bord horizontal 105, la « base » de l'élément 10, de telle manière que l'axe principal A est également un axe horizontal, et les extrémités 103 et 104, des segments verticaux.

[0026] Ainsi, la « hauteur » est définie comme étant la distance entre le bord 105 et le bord 106 de la plaque à un point donné de la base 105 et on entendra par « longueur » la distance entre les bords 103 et les bords 104 le long de l'axe principal A.

[0027] Préférentiellement, les dimensions géométriques de l'élément 10 sont les suivantes : hauteur H compris entre 0,2 et 1,5 m ; longueur L comprise entre 1 et 10 m ; et l'épaisseur e comprise entre 0,1 et 10 mm.

[0028] L'élément 10 en forme de plaque P comprend un premier canal 100, interne, agencé entre les deux surfaces opposées 101 et 102. Ce premier canal interne 100 est destiné à recevoir un premier fluide caloporteur F1. Le canal interne 100 est associé à une entrée E1 et une sortie S1 permettant la circulation du fluide F1 au sein du premier canal interne 100. De plus, le premier canal 100 est en contact thermique avec les deux surfaces principales 101 et 102 opposées, permettant ainsi de provoquer un échange de chaleur entre le premier fluide caloporteur circulant au sein du premier canal 100 et un deuxième fluide caloporteur à l'extérieur de l'élément 10, en contact avec lesdites surfaces d'échange thermique opposées 101 et 102.

[0029] Ainsi, par l'intermédiaire des surfaces 101 et 102, le dispositif selon l'invention met en oeuvre un échange d'énergie thermique entre le premier fluide caloporteur F1 circulant au sein du premier canal interne 100 et le deuxième fluide caloporteur F2 situé à l'extérieur de l'élément 10 en contact avec lesdites surfaces opposées 101 et 102.

Le premier canal interne 100 peut être réalisé :

- par surmoulage du corps de base sur un élément de canalisation préalablement installé ou
- par l'agencement de deux surfaces 101 et 102 de part et d'autre d'un élément de canalisation permettant de former une structure sandwich,
- par l'agencement de deux éléments en plaque comprenant chacune un sillon correspondant à la trajectoire du canal interne 100, l'assemblage des deux surfaces permettant de définir le canal interne à partir des sillons en regard,
- ou par tout autre procédé technique connu de l'état de la technique.

[0030] Il est à noter que le premier canal interne 100 décrit une trajectoire au sein de l'élément 10 permettant de faire circuler le fluide F1 du haut de l'élément 10 (bord 106) vers le bas (bord 105).

[0031] La trajectoire décrite par le premier canal interne 100 effectue des allers-retours entre une première extrémité 103 et une seconde extrémité 104 en partant du haut de la plaque (à proximité du bord 106) et descendant progressivement jusqu'au bord inférieur 105 du corps de base 10. Avantageusement, le canal interne 100 comprend son entrée E1 au niveau de la base 105 et remonte (préférentiellement verticalement) en direction du bord 106 via l'extension 1001 du canal interne 100. Puis la trajectoire du canal interne 100 suit une suite d'allers-retours 1002 entre les extrémités 103 et 104 non débouchant (et éventuellement le bord 106) en direction de la base 105. Les différents allers-retours sont préférentiellement mais facultativement horizontaux et régulièrement espacés le long de la hauteur de la plaque et préférentiellement d'un espacement typiquement de 50 mm et sont rejoints à leurs extrémités par des extensions 1003, préférentiellement verticales.

[0032] Ainsi, dans le cas où le premier fluide F1 circulant à l'intérieur de l'élément 10 est un fluide destiné à chauffer le deuxième fluide F2 circulant à l'extérieur de l'élément 10, il est à noter que plus on se situe à une position haute de l'élément 10, plus le premier fluide F1 est chaud. En effet, le fluide F1 parcourant le canal interne 100 de l'élément 10 en commençant depuis le bord haut 106 se refroidit progressivement au fur et à mesure qu'il descend en direction de la base 105.

[0033] Selon une caractéristique essentielle de la présente invention, la hauteur H qui se développe préférentiellement perpendiculairement à l'axe principal A de la plaque 10 entre le bord 105 et le bord 106 varie le long de l'axe principal A de l'élément 10.

[0034] Préférentiellement, la plaque présente une augmentation de la hauteur entre la première extrémité 103 de la plaque P et la deuxième extrémité 104 de telle sorte que la hauteur la plus basse H1 se situe au niveau de l'extrémité 103 et la plus haute H2 au niveau de l'extrémité 104. Préférentiellement, la différence de hauteur de l'extrémité 104 par rapport à l'autre extrémité 103 est d'une valeur relative comprise entre 5% et 100%.

[0035] Préférentiellement, la différence de hauteur de l'extrémité 104 par rapport à l'autre extrémité 103 est d'une valeur absolue comprise entre 10 cm et 100 cm.

[0036] Comme représenté aux figures 3a et 3b, l'augmentation de hauteur peut se faire par palier, c'est-à-dire que le bord 106 présente des paliers ou tronçons horizontaux 106a, 106b et 106c (parallèles au bord 105) de longueur différente. La transition entre les différents paliers (ou tronçons) 106a, 106b et 106c se faisant par des bords biaisés (préférentiellement d'environ 45° par rapport à l'horizontal) ou verticaux 107. Dans la partie haute de la plaque, les allers-retours de la trajectoire du canal interne 100 s'effectuent entre le bord 103 et les bords biaisés 107.

[0037] En référence à la figure 3b, les surfaces d'échange de chaleur 101 et 102 comprennent avantageusement également des aspérités 108 ou/et protubérances 109 (par exemple sous la forme d'ailettes) permettant d'augmenter la turbulence dans le fluide F2 et ainsi d'améliorer le transfert thermique entre les deux fluides.

[0038] En référence à la figure 4a et selon une autre réalisation possible de la présente invention, le bord 106 peut présenter un bord longitudinal rectiligne partant de l'extrémité 103 en direction de l'extrémité 104 et qui présente un angle β avec le bord 105.

[0039] En référence aux figures 4b et 4c, il est à noter que l'élément 10 peut également être formé par un assemblage étanche (collage, soudage ou autre procédé équivalent connu de l'état de la technique) de deux plaques 1010 et 1020 présentant des déformations 1011 et 1021, préférentiellement sous la forme de sillons, de telle sorte qu'une fois les deux plaques 1010 et 1020 assemblées, les sillons forment le premier canal 100. Il est à noter que ces déformations 1011 et 1021 forment également des aspérités longitudinales 108 sur les surfaces extérieures 101 et 102 de l'élément 10.

[0040] Les figures 5a et 5b présentent en pièces séparées, un dispositif d'échange de chaleur selon une réalisation particulière de la présente invention.

[0041] La figure 5a représente un élément 10, tel que représenté à la figure 4, enroulé. L'axe d'enroulement peut être à proximité ou confondu avec l'axe Z situé au niveau de l'extrémité 104, au niveau de laquelle la hauteur H2 est la plus grande. Le bord 103 dont la hauteur est la plus faible H1 se situe en périphérie de l'enroulement. Ainsi, la plaque P est enroulée selon un axe d'enroulement parallèle aux extrémités 103 et 104.

[0042] Le dispositif d'échange de chaleur ayant une hauteur décroissante, il présente, une fois enroulé, une partie haute d'enveloppe conique dont la hauteur est d'autant plus grande qu'elle se rapproche du centre de l'enroulement.

[0043] En conséquence, de manière générale, dans le cas où le premier fluide F1 circulant à l'intérieur de l'enroulement 10 est un fluide destiné à chauffer le deuxième fluide F2 circulant à l'extérieur de l'enroulement — c'est-à-dire dans le canal formé entre les spires de l'enroulement de l'élément en plaque 10 —, et à l'exception du centre de l'enroulement (qui accueille l'extension 1001 du canal 100), plus on se situe à une zone haute de l'enroulement, plus cette zone est chaude. Au vu de la disposition du premier canal 100 au sein de l'élément 10, ce canal présente, une fois l'élément enroulé, une trajectoire en spirale (trajectoire présentant des allers-retours dans la spirale). En conséquence, le fluide F1 circulant au sein du premier canal 100 est guidé de sorte à suivre une trajectoire en spirale dont l'axe central correspond à l'axe d'enroulement.

[0044] Au niveau de la spire extérieure (c'est-à-dire la plus éloignée de l'axe d'enroulement) la hauteur H1 de l'extrémité 103 est la plus faible. Il est à noter également

que l'axe d'enroulement peut être différent de l'axe Z correspondant à l'extrémité 104 de la plaque et que l'enroulement peut être réalisé autour d'un espace tubulaire central dont l'axe principal est confondu avec l'axe d'enroulement.

[0045] L'élément 10 enroulé est associé à une enveloppe T formant une cheminée 2 et comprenant essentiellement deux parties :

- une première partie 20 préférentiellement cylindrique de section circulaire ou rectangulaire dont le diamètre est légèrement supérieur au diamètre de la spire extérieure de l'échangeur enroulé, avec une hauteur sensiblement égale à H1, comprenant une ouverture 202 pour l'accès du fluide F2 au canal 200 ;
- la cheminée 2 comprend également une partie conique 22 conçue pour pouvoir envelopper la partie haute de l'échangeur enroulé, comprise entre les hauteurs H1 et H2, la partie conique 22 comprend donc une ouverture 222 au niveau de sa partie haute.

[0046] La cheminée 2 peut également comprendre une autre partie tubulaire 24, préférentiellement de section circulaire ou rectangulaire (correspondant à la section de l'ouverture 222 de la partie conique 22), située au sommet de la partie conique tronquée 22 comprenant trois ou plusieurs ouvertures 26 situées régulièrement ou non le long de la partie tubulaire 24 et une ouverture 27 située en haut de la partie tubulaire 24.

[0047] L'enveloppe T est destinée à venir envelopper l'élément 10 une fois enroulée et à assurer par guidage la circulation du fluide F2 de l'entrée 202 jusqu'à la sortie 222 via le canal 200. Sur la figure 5a, cette enveloppe T a été représentée en pointillées afin de montrer la coopération entre l'élément 10 et cette enveloppe T.

[0048] En référence à la figure 6a (représentant une coupe du dispositif d'échange de chaleur une fois assemblé), l'enroulement de l'élément 10 permet de définir un deuxième canal 200 entre les spires associées. Une entrée E₂ est agencée sur l'enveloppe T par exemple sous la forme d'une lumière 202 pour permettre au fluide F2 de pénétrer à l'intérieur de l'enveloppe T et accéder au canal 200. Cette entrée E₂ est située au niveau de l'extrémité 103 de la spire extérieure et une sortie S₂ est située au centre de l'enroulement au niveau de l'extrémité 104 pour permettre au fluide F2 de sortir de l'enveloppe T par l'ouverture 222. Ce deuxième canal 200 est dit « extérieur » par opposition au premier canal 100 (qui est situé à l'intérieur de l'élément 10). Le deuxième canal, lui, est situé entre les spires de l'élément 10 enroulé et est limité par l'enveloppe T en partie haute de l'enroulement.

[0049] Ainsi, le second fluide caloporteur F2 entre par l'entrée E2 radialement externe et circule par circulation naturelle entre les spires de l'élément 10 le long du canal externe 200 pour ressortir au niveau de la sortie S2 centrale.

[0050] Un des avantages de ce dispositif d'échange de chaleur est de permettre de faire circuler la second fluide F2 par circulation naturelle. Ainsi, non seulement il n'y a pas besoin d'énergie supplémentaire pour la circulation du fluide F2, mais de plus la circulation naturelle (c'est-à-dire par simple effet thermosiphon) permet une régulation automatique de la circulation du fluide F2. En effet, si l'échange thermique a un rendement élevé, le fluide F2 reçoit beaucoup d'énergie thermique, alors sa circulation s'accélère, il sort plus rapidement de l'échangeur et est donc chauffé sur une période de temps plus courte ; si au contraire l'échange thermique a un mauvais rendement, le fluide F2 reçoit moins d'énergie thermique, alors sa circulation ralentit, il reste plus longtemps au sein de l'échangeur et est donc chauffé sur une période de temps plus longue.

[0051] Alternativement, une circulation forcée du fluide F2 peut être envisagée par une pompe ou tout autre moyen de circulation forcée d'un fluide connu de l'état de la technique.

[0052] En référence à la figure 6a, le fluide F2 rentre par l'entrée 202 de l'enveloppe T (entrée E2) et circule dans le deuxième canal 200 tout en restant en contact avec les surfaces 101 et 102 de l'élément en plaque 10 comprenant le canal 100. Le fluide F2 est donc « chauffé » par le fluide F1 et, par effet thermosiphon, met en circulation naturelle le fluide F2 qui va remonter le long du canal externe 200 fermé en haut par l'enveloppe T pour arriver au niveau de la sortie S2. La partie conique 22 de l'enveloppe T permet donc de « fermer » la partie haute du deuxième canal 200 et d'agir sur le fluide F2 comme un élément de guidage pour le forcer à suivre la trajectoire du deuxième canal 200 entre les spires de l'élément en plaque 10. Plus le fluide F2 avance dans le deuxième canal 200 vers le centre de l'enroulement, plus les parties de l'élément 10 avec lesquels il est en contact sont chaudes et donc il accélère la circulation naturelle vers le haut par effet thermosiphon, l'enveloppe T guidant le fluide dans le canal 200.

[0053] En référence à la figure 6b (sur laquelle la projection verticale de l'élément 10 sur l'enveloppe T a été représentée en transparence), l'enveloppe comprend une ouverture 222 au centre de l'enroulement. En conséquence, le fluide F2, après avoir été en contact avec la partie la plus chaude de l'enroulement 10, sort par l'ouverture 222.

[0054] Ceci permet de chauffer progressivement le fluide F2 depuis l'entrée E2 du canal externe 200 vers la sortie S2 où le fluide F1 est le plus chaud. Comme le fluide F1 circule en spirale (comme expliqué précédemment) du haut de l'enroulement 10 vers le bas et que le fluide F2 circule également en spirale (dont le centre est le centre d'enroulement de l'élément 10) du bas vers le haut, cela permet d'optimiser l'échange thermique entre les deux fluides tout en gardant le même volume délimité par l'enveloppe T. L'échange thermique est de plus effectué à contre-courant afin d'améliorer encore le rendement. En améliorant le rendement de l'échangeur ther-

mique à contre-courant, on utilise la surface d'échange de manière optimisée sans pour autant augmenter la taille de l'échangeur. Pour que l'enveloppe T puisse servir de guide au fluide F2, il faut que les spires du canal externe 200 soient hydrauliquement isolées les unes des autres, notamment au niveau de leur partie supérieure. A cet effet, il est prévu que l'élément 10 comprenne au niveau de son bord supérieur 106 une couche résiliente (par exemple sous forme d'un joint) destinée à venir en contact avec l'enveloppe T. Alternativement l'intérieur de l'enveloppe T peut être recouverte d'une couche d'étanchéité contre laquelle vient en contact le bord supérieur 106 de l'élément 10. Ainsi, l'élément 10 enroulé est en contact avec l'enveloppe T sur toute la longueur du bord 106 pour assurer l'étanchéité du canal 200.

[0055] Toutefois, il est à noter que même si la jonction entre l'élément 10 et la partie conique 22 de l'enveloppe T n'est pas hermétiquement fermée et laisse passer un filet de fluide F2, l'effet de guide est globalement maintenu.

[0056] Avantagusement, la cheminée de stratification 2 comprend une partie tubulaire 24 connecté avec l'ouverture 222 de la partie conique 22. Ainsi en fonction de la température du fluide F2 en sortie de l'enroulement de l'échangeur 10 (au niveau de l'ouverture 222) par rapport au fluide entourant l'enveloppe T de l'échangeur, le fluide F2 sort par différentes lumières 26 de la cheminée de stratification 2. Plus précisément, plus le fluide en sortie de l'échangeur immergé est chaud, plus il sort au niveau d'une lumière 26 haute, voire au niveau de son ouverture supérieure 27. En effet, le fluide F2 en sortie de l'échangeur remonte dans la partie tubulaire 24 de la cheminée de stratification 2 par effet thermosiphon, et s'il est plus chaud que le fluide à l'extérieur de la cheminée au niveau de la ou des lumières 26 inférieures devant lesquelles il remonte, il continue son ascension jusqu'à arriver au niveau correspondant à sa température et sort par la lumière 26 la plus proche.

[0057] Ainsi, cela permet de garantir la stratification de l'ensemble du fluide contenu dans le réservoir dans lequel est situé le dispositif d'échange thermique.

[0058] La figure 7 présente une vue éclatée de l'assemblage de l'élément 10 enroulé et de la cheminée 2 telle que décrite précédemment permettant de former ainsi un dispositif d'échange de chaleur et de stratification selon l'invention.

[0059] Selon un autre mode de réalisation de la présente invention, la figure 8 présente un élément 10 tel que présenté aux figures 3a ou 3b enroulé, l'enroulement est tel que le bord le plus haut 104 est situé au niveau du centre de l'enroulement et tel que le bord dont la hauteur est la plus faible 103 se situe en périphérie de l'enroulement. Ainsi, la plaque P est enroulée selon un axe d'enroulement parallèle aux extrémités 103 et 104. Le dispositif d'échange de chaleur ayant une hauteur décroissante, il présente, une fois enroulé, une partie haute d'enveloppe conique dont la hauteur est d'autant plus grande qu'elle se rapproche du centre.

[0060] Plus précisément, le dispositif d'échange de chaleur ayant une hauteur décroissante par palier, la partie haute comprend différents étages dont les hauteurs correspondent aux hauteurs des paliers 106c, 106b et 106a, respectivement les hauteurs H_2 , H_3 et H_1 (En partant du centre de l'enroulement en direction de la spire extérieure). Préférentiellement, la longueur de chaque bord 106a, 106b et 106c est telle qu'elle correspond sensiblement à la périphérie de la spire correspondante.

[0061] En conséquence, dans le cas où le premier fluide F1 circulant à l'intérieur de l'enroulement 10 est un fluide destiné à chauffer le deuxième fluide F2 circulant à l'extérieur de l'enroulement—c'est-à-dire dans le canal formé par l'enroulement de l'élément en plaque 10—, les trois paliers 106c, 106b et 106a présentent, dans cet ordre, des zones dont la chaleur est décroissante entre les paliers ainsi que le long de ces paliers. Le haut du palier 106c est la zone la plus chaude de l'enroulement, ainsi que le centre de l'enroulement qui est en contact avec la portion 1001 du canal interne comme expliqué précédemment. De manière générale, et à l'exception du centre de l'enroulement, plus on se situe à une zone haute de l'enroulement, plus cette zone est chaude. On note que l'élément 10 enroulé comprend une entrée E2 au niveau de la dernière spire de l'enroulement radialement externe et une sortie S2 au niveau du centre de l'enroulement tel que cela est décrit plus en détail ci-après.

[0062] En référence à la figure 9, l'élément 10 est enroulé en spirale avec des spires rectangulaires. Alternativement, il peut tout aussi bien être enroulé en spirale avec des spires circulaires.

[0063] Sur cette figure est également représentée la coupe de la cheminée 2 et de ses deux parties décrites précédemment 20 et 22 qui forment l'enveloppe T, ainsi que la partie tubulaire 24. Le fluide F2 rentre par l'entrée 202 au niveau d'une partie basse de la cheminée 2 (entrée E2) afin d'être acheminée au sein de l'échangeur, le long du canal externe 200 (c'est-à-dire entre chaque spire de l'enroulement 10) pour sortir par ouverture 222 au niveau de l'axe d'enroulement vers le haut par effet thermosiphon (sortie S2).

[0064] En référence à la figure 10, le fluide F2 est acheminé via une entrée E2, le long du canal externe 200, entre les spires de l'échangeur enroulé afin de garantir le contact entre d'une part les surfaces de contact 101 et 102 et le fluide F2 jusqu'au centre de l'échangeur enroulé au niveau duquel le fluide F1 circulant à l'intérieur de l'élément 10, est le plus chaud permettant de faire circuler naturellement par effet thermosiphon le fluide F2 vers le haut (comme expliqué précédemment).

[0065] La figure 11 représente une coupe d'un réservoir 1 de fluide, et plus précisément un ballon d'eau chaude, comprenant un dispositif d'échange de chaleur selon l'invention immergé dans l'eau à chauffer contenue dans le réservoir 1. Le premier canal 100 au sein de l'élément 10 du dispositif d'échange de chaleur est connecté via l'entrée E1 et la sortie S1 du réservoir 1 à un circuit de fluide provenant d'une source chaude (par exemple un

circuit solaire) de sorte que le fluide provenant d'une source chaude (par exemple un collecteur solaire) circule à l'intérieur du premier canal interne 100. Le deuxième canal 200 comprend une entrée E2 et une sortie S2 au sein du réservoir 1 de sorte que l'eau constitue le deuxième fluide F2 caloporteur circulant au sein du deuxième canal 200 comme expliqué précédemment. Bien évidemment, le réservoir 1 comprend une entrée E3 d'eau froide à chauffer pour le réservoir 1 et une sortie S3 d'eau chaude à destination d'un point d'utilisation d'eau chaude comme un réseau d'eau chaude sanitaire.

[0066] La présente invention peut être adaptée à tout type d'application industrielle et/ou résidentielle et à tout type de fluide dont il faut échanger la chaleur (gaz ou liquide). Les dimensions et matériaux de la présente invention sont données à titre purement illustratif.

Revendications

1. Dispositif d'échange thermique entre un premier fluide caloporteur (F1) et un second fluide caloporteur (F2) comprenant

- un premier canal (100) associé à une entrée (E1) et une sortie (S1), le premier canal (100) étant destiné à recevoir le premier fluide caloporteur (F1),
- un deuxième canal (200), associé à une entrée (E2) et une sortie (S2), hydrauliquement isolé du premier canal (100), le deuxième canal (200) étant destiné à recevoir un deuxième fluide caloporteur (F2), le deuxième canal (200) permettant un échange thermique entre le premier et le deuxième fluide caloporteur (F1, F2), le dispositif étant **caractérisé en ce qu'il** comprend une enveloppe conique (T) et un élément en forme de plaque (10), enroulé, dont l'arrête supérieure est adjacente à l'enveloppe conique, l'élément en forme de plaque (10) définissant un conduit interne formant le premier canal (100) suivant une trajectoire en forme de zig zag, l'enroulement de la plaque (10) définissant le deuxième canal (200) entre les spires de l'enroulement, formant des moyens de guidage de sorte que les deux fluides circulent chacun le long d'une trajectoire en spirale.

2. Dispositif d'échange de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier canal (100) comprend une entrée située à proximité du centre de l'enroulement de l'élément en forme de plaque (10) et que ce que la sortie est radialement externe, opposée au centre de l'enroulement.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le deuxième canal (200) comprend une entrée radialement externe à l'enroulement de l'élé-

ment en forme de plaque (10) et une sortie située à proximité du centre de l'enroulement.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le premier canal (100) comprend des tronçons principaux (1002) perpendiculaires à l'axe d'enroulement de l'élément en forme de plaque (10), les tronçons principaux (1002) étant raccordés deux à deux, au niveau de leurs extrémités par des tronçons secondaires (1003) parallèles à l'axe d'enroulement.

5. Dispositif d'échange de chaleur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il** comprend un élément (10) en forme de plaque (P) comprenant :

- le premier canal (100), interne, destiné à recevoir le premier fluide caloporteur (F1),
- deux surfaces (101, 102) opposées de part et d'autre du canal interne (100) conçues pour provoquer un échange de chaleur entre le premier fluide caloporteur (F1) circulant au sein du canal (100) et le deuxième fluide (F2) en contact avec lesdites surfaces (101, 102), la hauteur (H) de l'élément (10) en forme de plaque (P) variant le long d'un axe principal (A) dudit élément (10), perpendiculaire à l'axe d'enroulement.

6. Dispositif d'échange de chaleur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'élément (10) en forme de plaque (P) présente une augmentation de la hauteur (H) entre une première extrémité de la plaque (10) le long de son axe principal (A) et une deuxième extrémité de la plaque (10).

7. Dispositif d'échange de chaleur selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** l'élément (10) en forme de plaque (P) présente une augmentation de la hauteur (H) le long de l'axe principal de la plaque (A).

8. Dispositif d'échange de chaleur selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'augmentation de la hauteur est continue.

9. Dispositif d'échange de chaleur selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'augmentation de la hauteur est par palier.

10. Dispositif d'échange de chaleur selon l'une des revendications 5 à 9, **caractérisé en ce que** la différence de hauteur d'une extrémité à l'autre de l'élément (10) en forme de plaque (P) le long de son axe principal (A) est d'une valeur relative comprise entre 5% et 100%.

11. Dispositif d'échange de chaleur selon l'une des revendications 5 à 10, **caractérisé en ce que** la différence de hauteur d'une extrémité à l'autre de l'élément (10) en forme de plaque (P) le long de son axe principal (A) est d'une valeur absolue comprise entre 10 cm et 100 cm. 5
12. Dispositif d'échange de chaleur selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** les surfaces (101, 102) de l'élément (10) en forme de plaque (P) présentent des aspérités et/ou des protubérances et/ou des ailettes. 10
13. Dispositif d'échange de chaleur selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** l'élément (10) en forme de plaque (P) est réalisé dans au moins l'un des matériaux suivants : métaux, plastiques, matériaux composites. 15
14. Dispositif d'échange de chaleur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre une cheminée (24) de stratification thermique. 20
15. Dispositif d'échange de chaleur selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la cheminée (24) de stratification thermique comprend un élément tubulaire (24) comprenant une pluralité de lumières (26) alignées dans le sens d'un axe principal (240) de l'élément tubulaire (24). 25
30
16. Réservoir (1) de fluide notamment un ballon d'eau chaude **caractérisé en ce qu'il** comprend le dispositif d'échange de chaleur selon l'une des revendications précédentes, **en ce que** le premier canal (100) est connecté à un circuit de fluide provenant d'une source chaude de sorte que le fluide provenant d'une source chaude circule à l'intérieur du premier canal interne (100) et **en ce que** le deuxième canal (200) comprend une entrée (E2) et une sortie (S2) au sein du réservoir (1) de sorte que le fluide du réservoir (1) constitue le deuxième fluide (F2) caloporteur circulant au sein du deuxième canal (200). 35
40

45

50

55

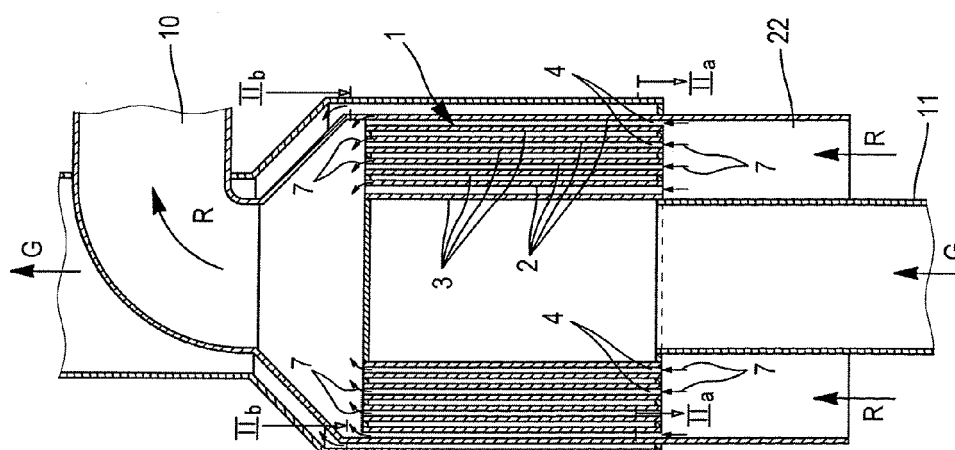


FIG. 1

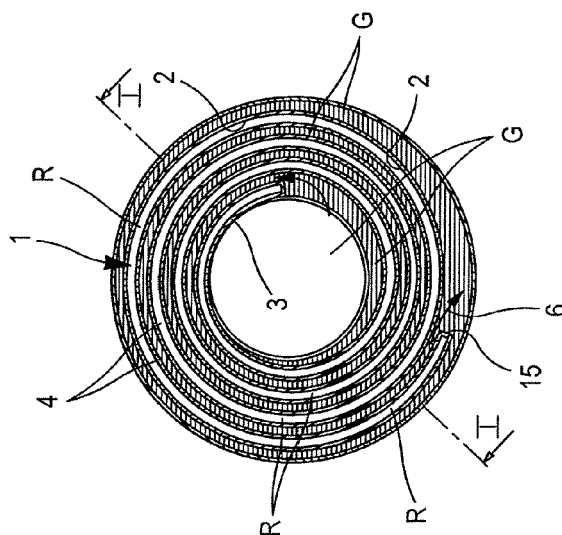


FIG. 2a

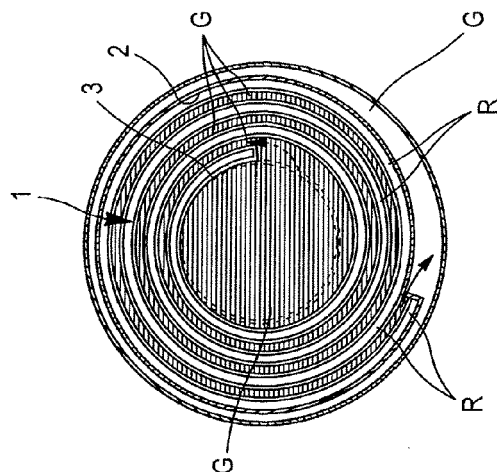
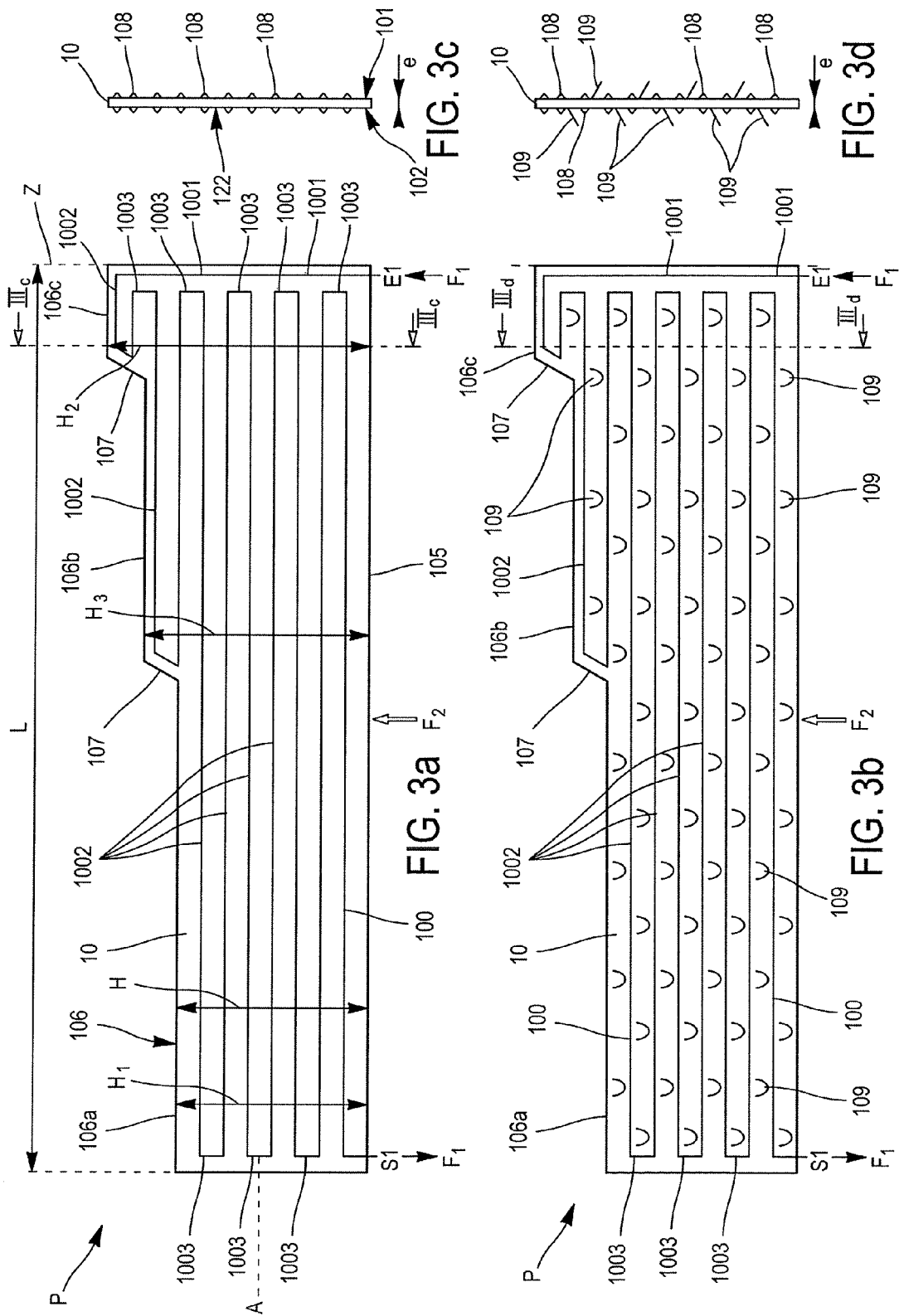


FIG. 2b



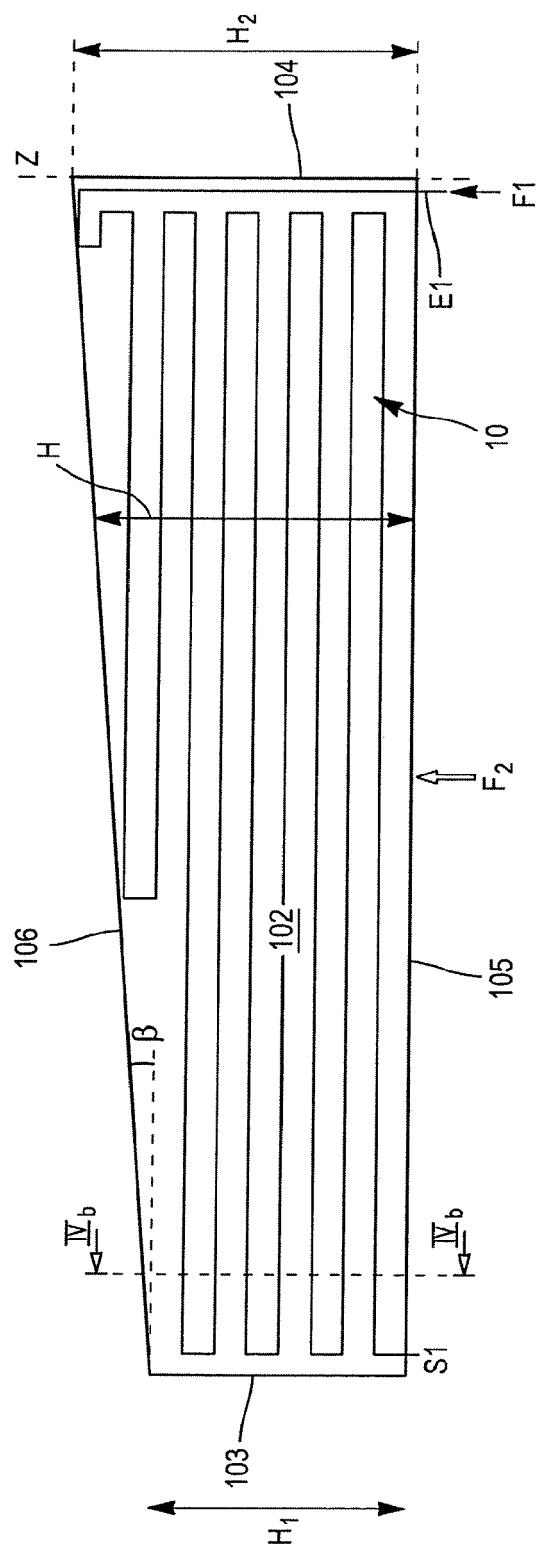


FIG. 4a

FIG. 4b

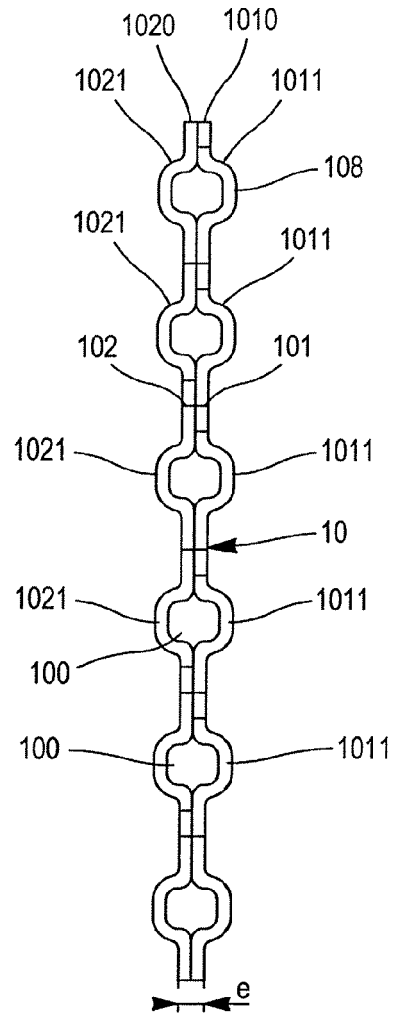
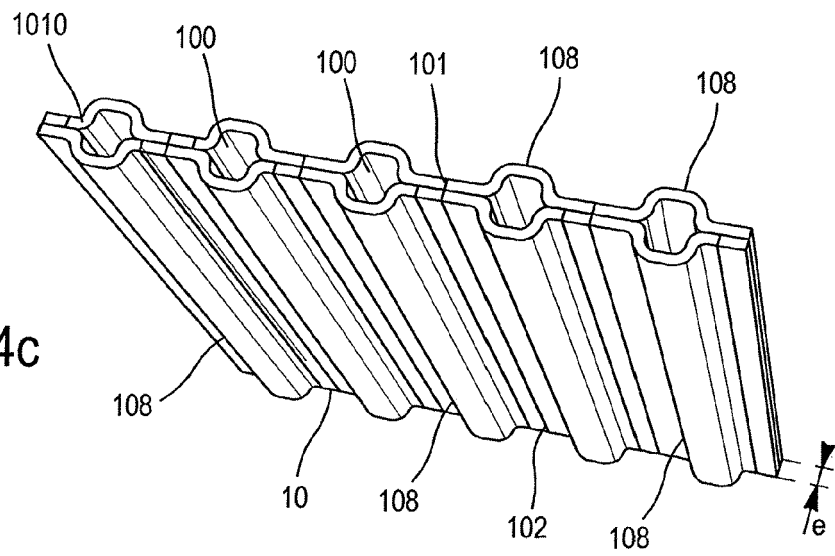
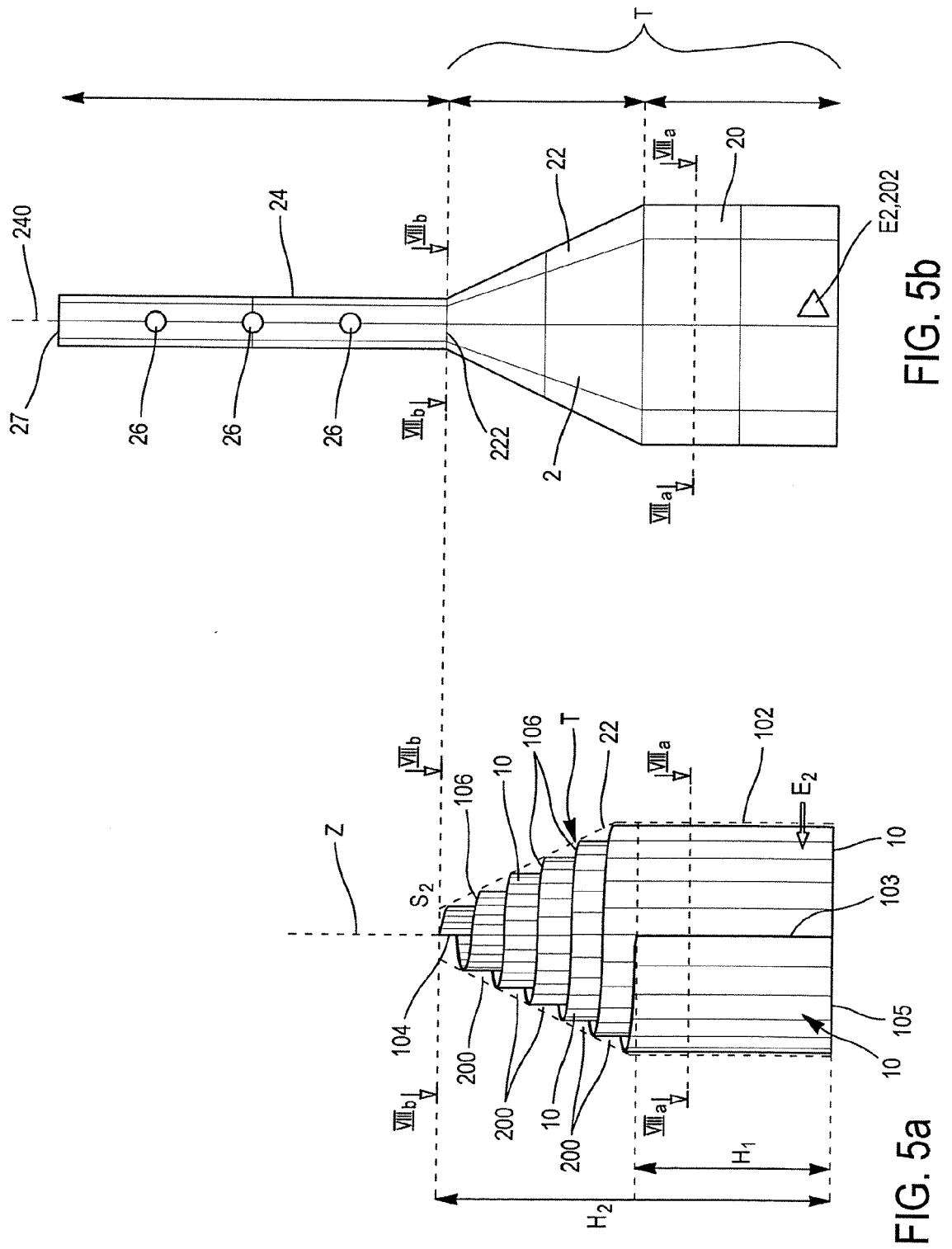


FIG. 4c





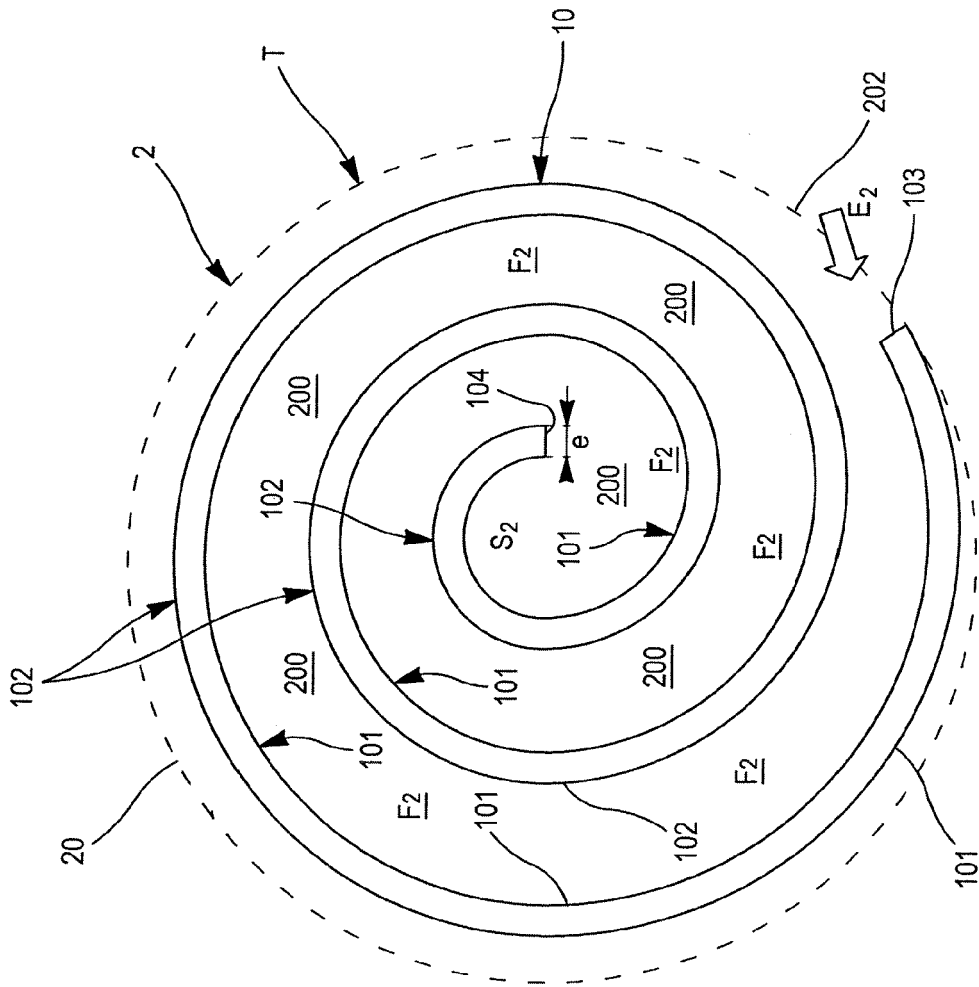


FIG. 6a

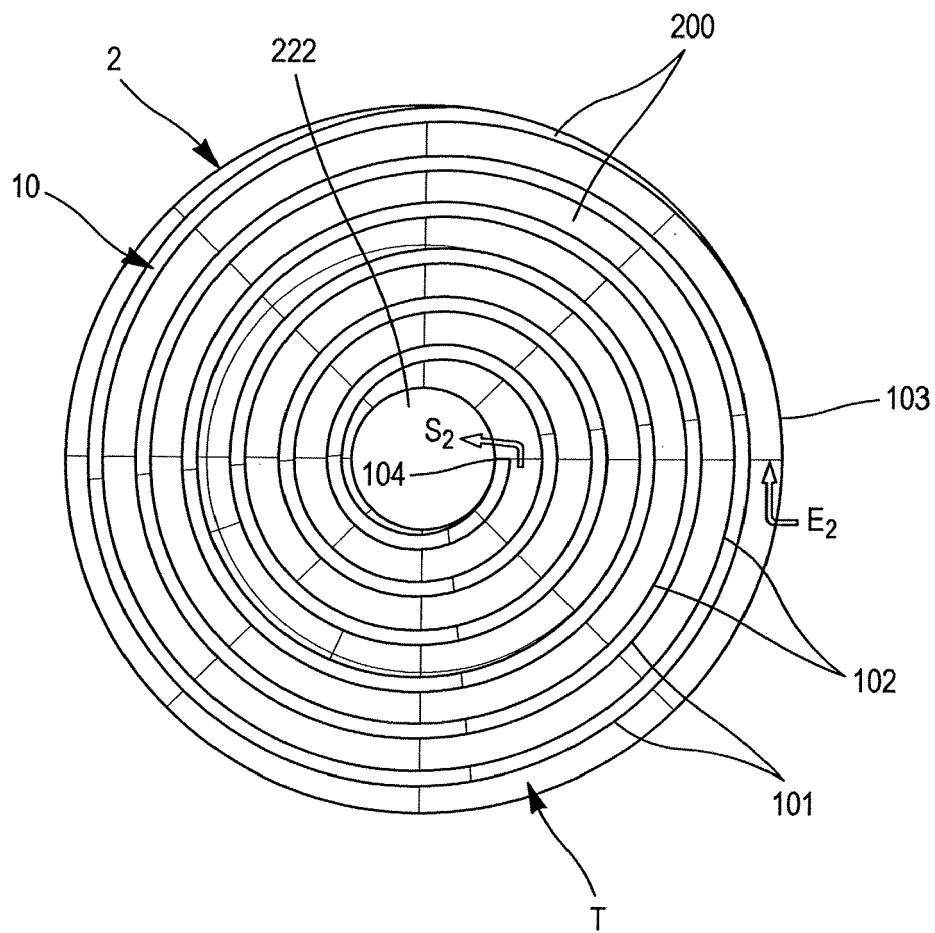


FIG. 6b

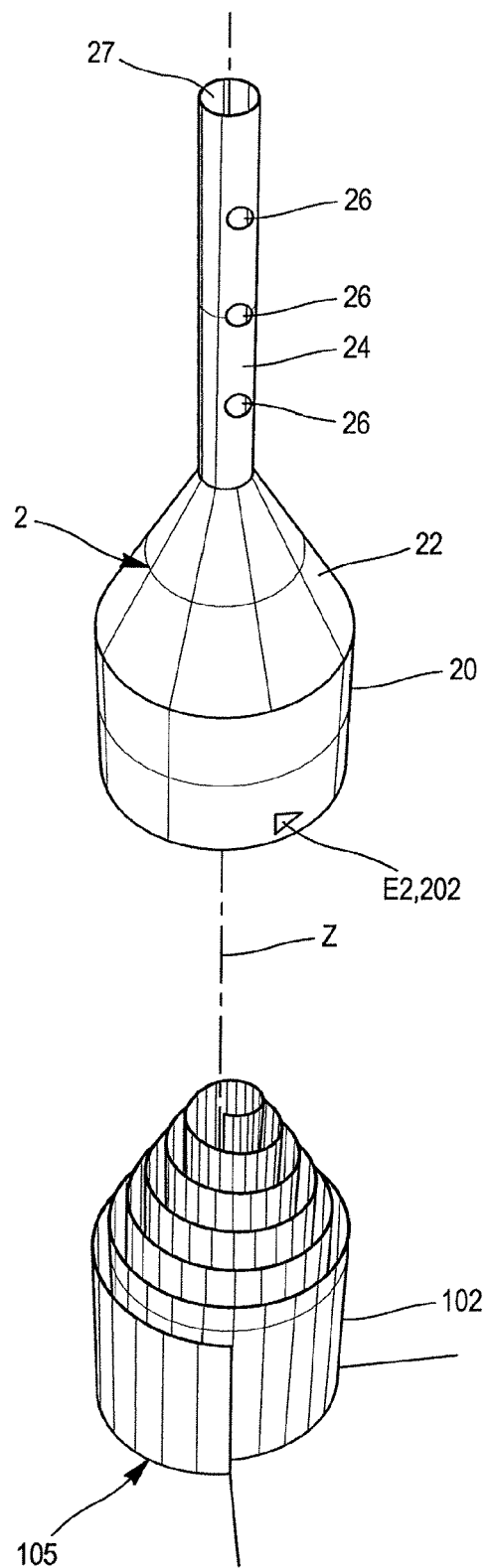


FIG. 7

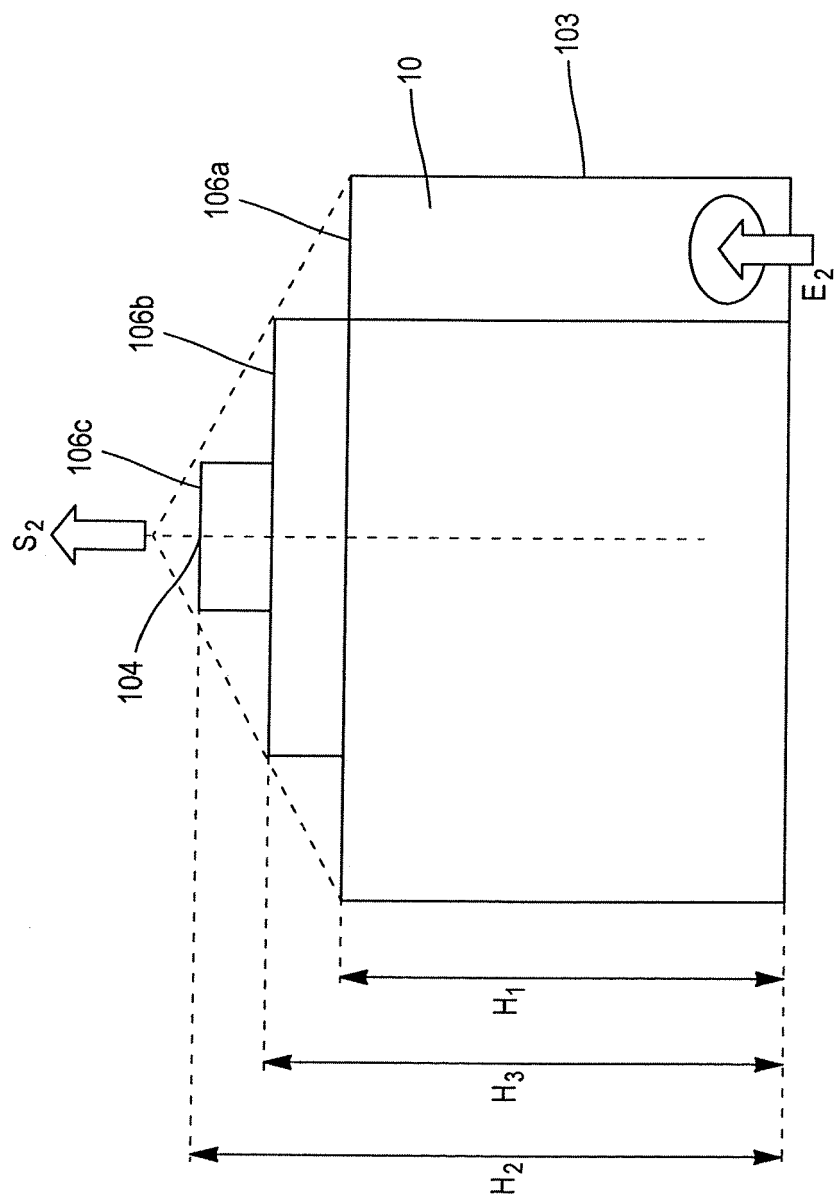


FIG. 8

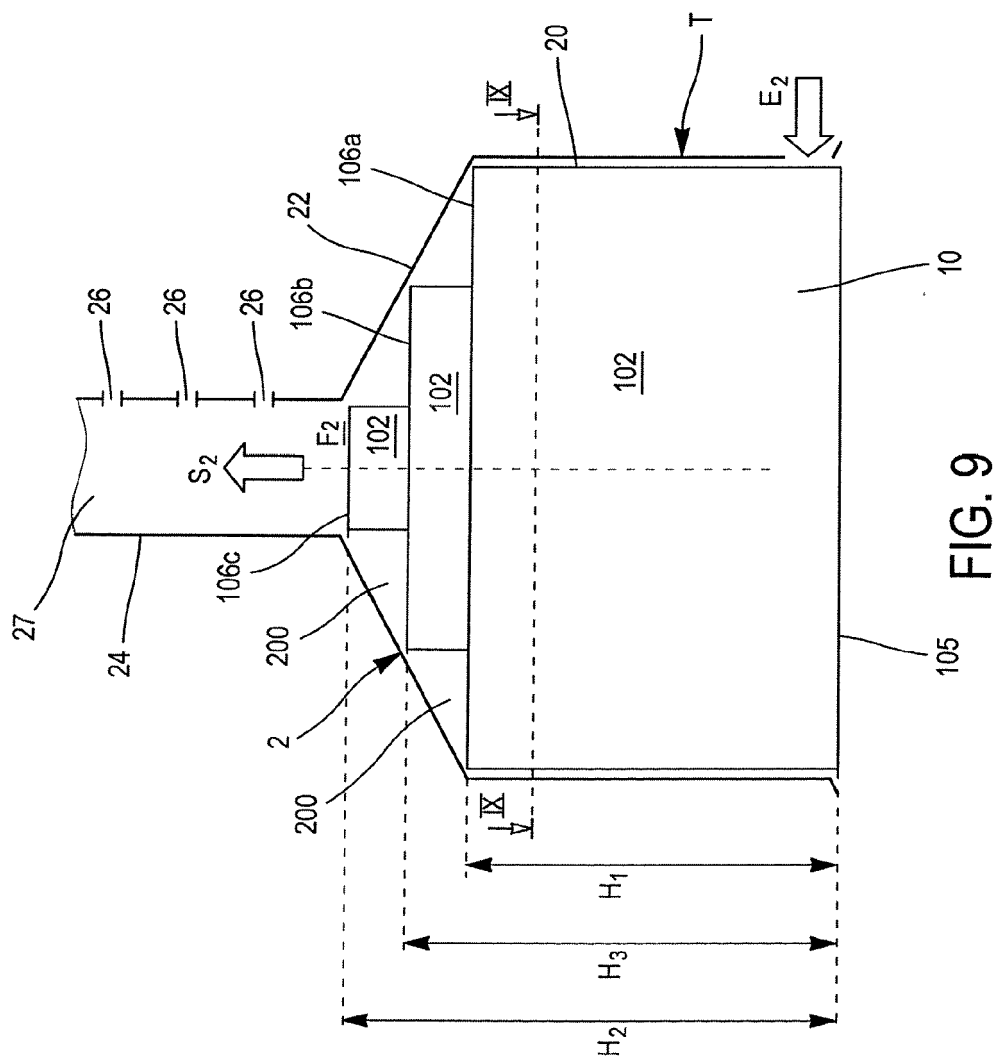


FIG. 9

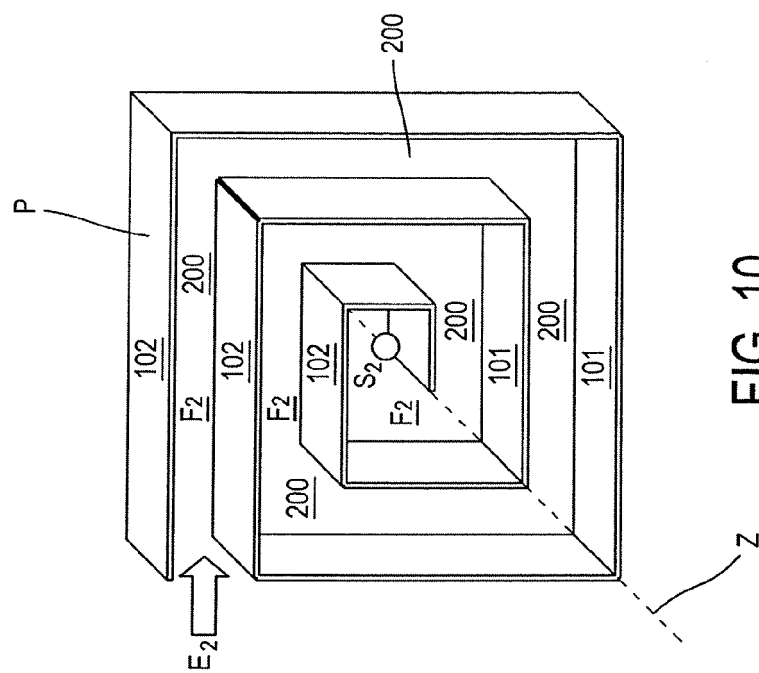


FIG. 10

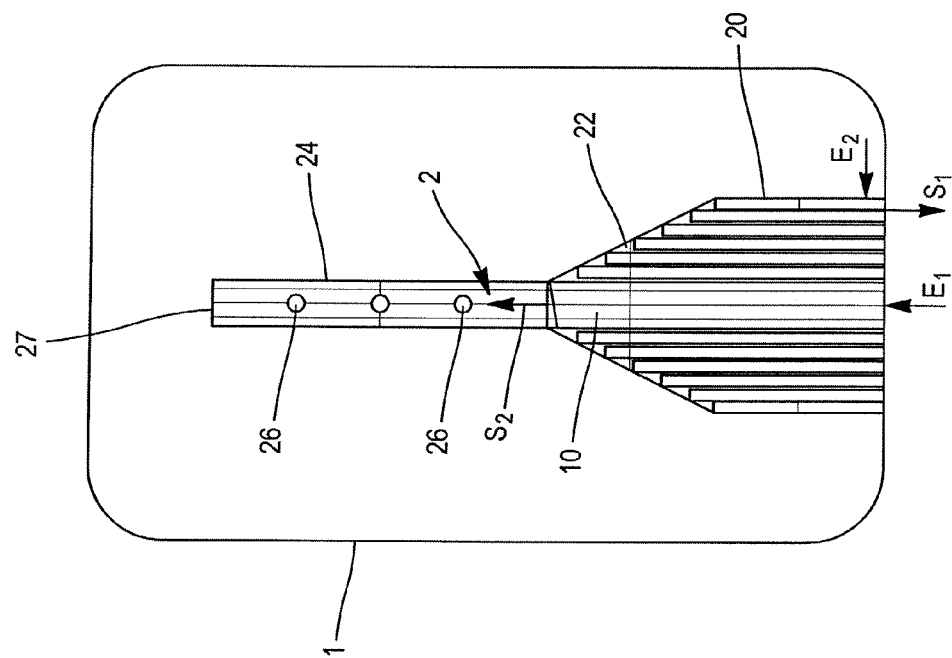


FIG. 11



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 11 17 8576

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	US 3 303 877 A (TORSTEN RAMEN) 14 février 1967 (1967-02-14) * le document en entier * -----	1-4, 12-14,16	INV. F28D9/04 F28F3/12
Y	US 3 854 530 A (REBUFFE P ET AL) 17 décembre 1974 (1974-12-17) * figures 4-6 * -----	1-4, 12-14,16	
Y	DE 101 06 371 A1 (PILSL LUDWIG [DE]) 14 août 2002 (2002-08-14) * alinéas [0016], [0024]; figures 2,7 * -----	16	
A	US 3 058 722 A (RICH HERSHEL M) 16 octobre 1962 (1962-10-16) * le document en entier * -----	1-16	
A	EP 0 061 779 A2 (FERATON ANSTALT [LI]) 6 octobre 1982 (1982-10-06) * figures * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F28D F28F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		2 décembre 2011	Mootz, Frank
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 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 & : membre de la même famille, document correspondant			

2

EPO FORM 1503 03/82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 11 17 8576

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

02-12-2011

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3303877	A	14-02-1967	AUCUN	
US 3854530	A	17-12-1974	AUCUN	
DE 10106371	A1	14-08-2002	AUCUN	
US 3058722	A	16-10-1962	GB 926075 A US 3058722 A	15-05-1963 16-10-1962
EP 0061779	A2	06-10-1982	DE 3122947 A1 DE 8117144 U1 EP 0061779 A2 JP 57166497 A NO 821079 A	07-10-1982 26-11-1981 06-10-1982 13-10-1982 01-10-1982

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 2663549 A [0005] [0020]