

(19)



(11)

EP 3 887 743 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

18.05.2022 Bulletin 2022/20

(21) Numéro de dépôt: **19805692.1**

(22) Date de dépôt: **22.11.2019**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

F28F 3/02 ^(2006.01) **B21D 53/02** ^(2006.01)
B23P 15/26 ^(2006.01) **C25D 1/00** ^(2006.01)
F28F 21/08 ^(2006.01) **F28D 9/00** ^(2006.01)
F28D 15/02 ^(2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

F28D 9/0025; C25D 1/00; C25D 3/12; C25D 5/14;
C25D 5/34; C25D 5/36; C25D 5/38; C25D 5/44;
C25D 7/00; F28D 15/0233; F28F 21/08; C25D 3/38;
C25D 3/44; F28D 9/0062; F28F 3/025; (Cont.)

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/EP2019/082195

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2020/109155 (04.06.2020 Gazette 2020/23)

(54) **PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN ÉCHANGEUR THERMIQUE OU D'UN CALODUC**

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES WÄRMETAUSCHERS ODER EINES WÄRMEROHRS

METHOD FOR MANUFACTURING A HEAT EXCHANGER OR A HEAT PIPE

(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

(30) Priorité: **26.11.2018 FR 1871828**

(43) Date de publication de la demande:

06.10.2021 Bulletin 2021/40

(73) Titulaire: **Stiral**

38000 Grenoble (FR)

(72) Inventeur: **BILLAT, Pierre**

38000 GRENOBLE (FR)

(74) Mandataire: **Lavoix**

2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(56) Documents cités:

EP-A1- 2 599 897 WO-A1-2016/050932
KR-B1- 101 891 444 US-A1- 2005 263 273

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 3 887 743 B1

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
(Cont.)
F28F 2220/00

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un échangeur ou d'un caloduc comprenant un ensemble comprenant au moins une pièce comportant au moins 90% en masse d'un métal ou un alliage de métaux, la pièce définissant une pluralité de canaux de circulation pour un ou plusieurs fluides.

[0002] L'invention concerne aussi un échangeur ou un caloduc correspondant.

[0003] Il est bien connu recourir au brasage pour assembler des pièces, en particulier en vue d'assembler un échangeur thermique ou un caloduc.

[0004] En outre, un type connu d'échangeur thermique met en œuvre une pièce constituée d'une feuille métallique repliée sur elle-même en accordéon. Deux plaques fixées de part et d'autre de la feuille métallique définissent des canaux de circulation parallèles entre eux et situés de chaque côté de la feuille métallique. Les extrémités longitudinales des canaux débouchent sur des faces de la feuille en accordéon dans lesquelles les canaux définissent des interstices.

[0005] Dans le cas d'un échangeur thermique, les canaux situés d'un côté de la feuille métallique sont parcourus par un fluide froid, tandis que ceux situés de l'autre côté sont parcourus par un fluide chaud. Ainsi, entre deux plaques circulent deux fluides, séparés l'un de l'autre par la feuille métallique et échangeant de la chaleur l'un avec l'autre au travers de la feuille métallique.

[0006] Les feuilles en accordéon, et les plaques recouvertes sur leurs deux faces d'un film de brasure sont alternativement empilées les unes sur les autres de façon à constituer un bloc appelé « matrice » ou « ensemble ». Cet empilement est ensuite assemblé en une première étape dans un four de brasage. L'ensemble comprend généralement une première et dernière plaque d'une épaisseur plus importante que les plaques.

[0007] Pour étanchéifier l'ensemble sur son pourtour, des barres, appelées "barres de fermeture" sont généralement fixées sur la matrice. Des têtes d'alimentation en fluides sont ensuite ajoutées à la matrice pour constituer l'échangeur.

[0008] Du fait des différentiels de dilatation entre les pièces, qui empêchent de trop contraindre géométriquement les constituants du futur échangeur, il est généralement pratiqué plusieurs étapes de brasage, entre lesquelles des opérations d'usinage sont réalisées de façon à garantir les jeux entre pièces. Cette pratique nécessite une grande maîtrise des nuances d'alliages d'apport de façon à ne pas dégrader lors de l'étape suivante les jonctions réalisées à l'étape précédente.

[0009] Une première méthode consiste à réaliser, dans un premier temps, un cadre fermé ou semi-ouvert dans lequel on va insérer une feuille en accordéon pour l'assembler par brasage une première fois. Dans un deuxième temps, on assemble par brasage un ensemble de ces cadres afin de constituer la matrice de l'échangeur. Dans un troisième temps, les tubes de connexion

des fluides sont brasés sur la matrice.

[0010] Une seconde méthode consiste, dans un premier temps, à assembler par brasage l'ensemble des feuilles en accordéon sur l'ensemble des plaques, auxquelles sont jointes éventuellement les barres de fermeture orientées longitudinalement. Dans un deuxième temps, on usine les faces des feuilles en accordéon pour les aligner parfaitement, afin de les assembler par brasage avec les barres de fermetures orientées transversalement. On obtient ainsi la matrice de l'échangeur. Enfin, dans un troisième temps, les tubes de connexion des fluides sont soudés ou brasés sur la matrice.

[0011] Par ailleurs, il existe un besoin, dans différents secteurs industriels, tels que l'automobile ou l'aéronautique, de réduire, d'une part, l'encombrement créé par les circuits thermiques et leur masse et, d'autre part, la quantité de fluides impliqués dans les échanges. En effet, ces fluides ont parfois une incidence sur l'environnement, qu'il convient de réduire au maximum.

[0012] Les mêmes remarques valent pour des caloducs intégrant de telles feuilles en accordéon ou plus généralement des pièces métalliques comportant des micro-interstices.

[0013] Le document KR 101 891 444 B1 qui est considéré comme représentant l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 décrit un procédé classique de fabrication d'un échangeur thermique.

[0014] Toutefois, plus les échangeurs sont de dimensions réduites, plus la deuxième étape s'avère difficile, c'est-à-dire le brasage des barres de fermeture sur la face des feuilles en accordéon présentant les interstices décrits plus haut.

[0015] Un but de l'invention est donc de fournir un procédé de fabrication d'un échangeur thermique ou d'un caloduc intégrant une pièce telle que la pièce en accordéon précitée, c'est-à-dire présentant des micro-interstices, en particulier lorsque l'échangeur ou le caloduc est de faibles dimensions.

[0016] A cet effet, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un échangeur thermique ou d'un caloduc selon la revendication 1.

[0017] Selon des modes particuliers de réalisation, le procédé comprend l'une ou plusieurs des caractéristiques correspondant aux revendications 2 à 9, prise(s) isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles.

[0018] L'invention concerne aussi un échangeur thermique ou un caloduc selon la revendication 10.

[0019] Selon des modes particuliers de réalisation, l'échangeur ou le caloduc sont susceptibles d'être obtenus, ou sont effectivement obtenus, par un procédé de fabrication tel que décrit ci-dessus.

[0020] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un échangeur

thermique selon l'invention,

- la figure 2 est une vue en perspective d'un ensemble (matrice) de l'échangeur thermique représenté sur la figure 1, les collecteurs de fluide ayant été supprimés,
- la figure 3 est une vue de face, partielle, de l'ensemble représenté sur les figures 1 et 2,
- la figure 4 est une vue en perspective d'un des étages de l'ensemble représenté sur les figures 2 et 3,
- la figure 5 est une vue en perspective éclatée de l'étage représenté sur la figure 4, et de couches électro-déposées,
- la figure 6 est une vue schématique illustrant une étape d'immersion de l'ensemble dans un bain électrolytique d'un procédé selon l'invention, et
- la figure 7 est une vue schématique, en section, illustrant une étape d'électrodéposition d'un procédé selon l'invention.

[0021] En référence aux figures 1 à 3, on décrit un échangeur thermique 1 selon l'invention.

[0022] Comme visible sur la figure 1, l'échangeur thermique 1 comprend un ensemble 5 (matrice), et quatre organes 7, 9, 11, 13 pour respectivement apporter un fluide froid F1, récupérer un fluide réchauffé F1', amener un fluide chaud F2, et récupérer un fluide refroidi F2'.

[0023] Le fluide froid est par exemple de l'eau ou un mélange d'eau et de glycol.

[0024] Le fluide chaud est par exemple un liquide frigorigène de type HFE (hydrofluoroéther) ou HFO (hydrofluorooléfine), comme c'est le cas dans une pompe à chaleur. Dans le cas du refroidissement de l'huile d'un moteur thermique, le fluide chaud est l'huile à refroidir.

[0025] Comme visible sur les figures 2 et 3, l'ensemble 5 comprend par exemple quatre étages 15, 17, 19, 21 superposés selon une direction Z par exemple verticale, et deux plaques extrêmes 23, 25 formant respectivement une face supérieure 27 et une face inférieure 29 de l'ensemble.

[0026] L'ensemble 5 est par exemple de forme générale parallélépipédique. L'ensemble 5 comporte deux faces latérales 31, 33 (figure 2) opposées selon une direction Y sensiblement perpendiculaire à la direction Z, et deux faces latérales 35, 37 opposées selon une direction X sensiblement perpendiculaire à la direction Z et à la direction Y.

[0027] Les faces latérales 31, 33, 35, 37 sont par exemple rectangulaires, et deux d'entre elles consécutives autour de la direction Z forment avantageusement un angle sensiblement droit.

[0028] La face latérale 31 comporte par exemple trois entrées E1, E2, E3 pour trois flux F11, F12 et F13 issus du fluide froid F1, et deux sorties S1', S2' pour deux flux F21' et F22' destinés à former le fluide refroidi F2'.

[0029] La face latérale 33 comporte deux entrées (non visibles sur la figure 2 car situées à l'arrière) pour deux flux F21 et F22 issus du fluide chaud F2, et trois sorties (également non visibles sur la figure 2) pour trois flux

F11', F12' et F13' destinés à former le fluide réchauffé F1'.

[0030] Comme visible sur les figures 2 et 3, les étages 15, 17, 19, 21 sont sensiblement analogues les uns aux autres.

[0031] Les entrées et les sorties précitées se présentent par exemple comme des fentes s'étendant selon la direction X sur les faces latérales 31, 33.

[0032] Les entrées E1, E2 et E3 sont par exemple alignées selon la direction Z et situées en vis-à-vis de l'organe 7.

[0033] Il en va de même pour les entrées situées sur la face latérale 33, si ce n'est qu'elles sont situées en vis-à-vis de l'organe 11.

[0034] Les sorties S1' et S2' sont par exemple superposées selon la direction Z et situées en vis-à-vis de l'organe 13. Il en va de même pour les sorties situées sur la face latérale 33, si ce n'est qu'elles sont situées en vis-à-vis de l'organe 9.

[0035] Les étages 15 à 21 sont formés par des plaques 39, 41, 43, 45, 47 (figure 3) sensiblement perpendiculaires à la direction Z et alternant avec des pièces 49, 51, 53, 55. Dans l'exemple représenté, les pièces 49, 51, 53, 55 sont analogues entre elles, aussi seule la pièce 53 appartenant à l'étage 19 sera décrite ci-après en référence aux figures 3 à 5.

[0036] La pièce 53 comprend au moins 90% en masse d'un métal ou d'un alliage métallique. Avantageusement la pièce 53 est en acier inoxydable, par exemple en 316L.

[0037] Selon des variantes, la pièce 53 est en cuivre, en aluminium, ou en titane.

[0038] La pièce 53 est formée par une feuille métallique 58 repliée sur elle-même en accordéon, dans l'exemple parallèlement à la direction X. La pièce 53 définit une pluralité de canaux de circulation 63 situés au-dessus de la feuille métallique 58 et destinés à recevoir le flux F12, et une pluralité de canaux de circulation 65 situés sous la feuille métallique et destinés à recevoir le flux F22.

[0039] La pièce 53 est fixée sur les plaques 43, 45, avantageusement par brasage.

[0040] Selon un mode de réalisation particulier, la pièce 53 est collée sur le reste de l'ensemble 5, notamment si celui-ci n'est pas intégralement métallique.

[0041] La pièce 53 comporte deux faces 59, 60 opposées selon la direction X, sur lesquelles un bord ondulé 60A de la feuille 58 définit des interstices 61.

[0042] Les faces 59, 60 sont par exemple perpendiculaires à la direction X.

[0043] Les canaux de circulation 63, 65 sont orientés sensiblement selon la direction X.

[0044] Les interstices 61 comportent deux bords 67, 69 (figure 3) opposés selon la direction Y et séparés par une distance maximale D inférieure ou égale à 550 μm , de préférence inférieure ou égale à 250 μm , et par exemple inférieure à 150 μm .

[0045] Les plaques 39, 41, 43, 45, 47 sont structurellement analogues les unes aux autres. Les plaques 39, 43, 47 présentent la même orientation dans l'espace,

tandis que les plaques 41 et 45 présentent une autre orientation dans l'espace, se déduisant de la première par exemple par une rotation de 180° autour de la direction X.

[0046] Chacune des plaques 39, 41, 43, 45, 47 présente par exemple une forme générale rectangulaire en vue selon la direction Z. Chacune des plaques comprend deux découpes 71, 73 (figure 5) par exemple symétriques l'une de l'autre par rapport à un point S situé au centre de la plaque.

[0047] Chacune des découpes 71, 73 s'étend dans l'exemple selon la direction Y à partir d'une des faces latérales 31 ou 33 l'ensemble 5, au-dessus ou en-dessous des canaux de circulation 63, 65.

[0048] Les plaques 39, 41, 43, 45, 47 sont en métal ou en alliage métallique, par exemple en acier inoxydable, avantageusement en 316L. Les plaques sont fixées respectivement sur les pièces 49, 51, 53, 55, par exemple par un brasage classique.

[0049] En variante, les plaques sont en cuivre, en aluminium, ou en titane.

[0050] Avantageusement, les plaques sont réalisées dans le même matériau que les pièces 49, 51, 53, 55.

[0051] Les organes 7, 9, 11, 13 sont avantageusement analogues les uns aux autres. Aussi, seul l'organe 7 sera décrit en détail ci-après.

[0052] L'organe 7 est en métal ou en alliage métallique, par exemple en acier inoxydable, avantageusement en 316L.

[0053] En variante, l'organe 7 est en cuivre, en aluminium, ou en titane.

[0054] Avantageusement, l'organe 7 est réalisé dans le même matériau que les plaques 39, 41, 43, 45, 47.

[0055] L'organe 7 comprend une partie supérieure 79 tubulaire, et une partie inférieure 81 située dans le prolongement de la première partie selon la direction Z et obtenue par découpe selon un plan correspondant à la face supérieure 27 et selon un plan correspondant à la face latérale 31. L'organe 7 comprend en outre un fond 83.

[0056] L'échangeur thermique 1 comprend aussi des couches 85 métalliques électro-déposées notamment sur les faces 59 et 60 des pièces 49, 51, 53, 55, et éventuellement sur d'autres faces.

[0057] Les couches 85 sont adaptées pour boucher les interstices 61 sur les faces 59, 60.

[0058] Les couches 85 sont par exemple en nickel.

[0059] Selon des variantes, les couches 85 sont en cuivre, alliage cuivre-nickel, ou en aluminium.

[0060] L'épaisseur de la couche 85 est avantageusement comprise entre 0,5 mm et 5mm, et est par exemple d'environ 1 mm.

[0061] Avantageusement, l'échangeur thermique 1 comporte d'autres couches électro-déposées (non représentées). Par exemple l'ensemble 5 ou l'échangeur thermique 1 sont recouverts par une ou plusieurs couches électro-déposées.

[0062] On décrit aussi un caloduc selon l'invention. Ce-

lui-ci n'est pas strictement représenté sur les figures, mais s'en déduit facilement. Par exemple, sur la figure 5, on remplace les plaques 43, 45 par des plaques sans découpe. Les canaux de circulation 63, 65 définissent respectivement un espace supérieur situé au-dessus de la pièce 53, et un espace inférieur situé en dessous de la pièce 53. Ces espaces sont fermés selon la direction X par les couches 85 électro-déposées, et selon la direction Y par les plis extrêmes de la pièce 53. Des fluides adaptés, distincts ou non, sont présent dans ces espaces et libres de circuler dans les canaux de circulation 63, 65.

[0063] Le caloduc contient un fluide injecté par un dispositif de remplissage hermétique (non représenté), par exemple un piquage réalisé sur la plaque 43.

[0064] Le caloduc est utilisé en position verticale, c'est-à-dire que la direction X est alors verticale. Par exemple, la face 60 est en position haute et la face 59 en position basse.

[0065] La face basse 59 est posée sur un objet (non représenté) à refroidir, par exemple un composant électronique dont la température doit être maintenue entre 20 et 30°C.

[0066] La chaleur ainsi récoltée au niveau de la face 59 provoque l'ébullition du fluide, en phase liquide dans la partie basse du caloduc. La vapeur se propage jusqu'en partie haute, en direction de la face 58, qui elle-même est refroidie sur sa partie externe par un dispositif réfrigérant/frigorigène. En conséquence, sur cette face 60 supérieure, la vapeur condense et retombe par gravité vers la partie basse. Les changements d'état par évaporations et condensations successives permettent d'extraire une très grande quantité de chaleur de l'objet en contact avec la face 59 dans la partie basse.

[0067] Le caloduc est particulièrement efficace, car aussi bien dans la zone basse (évaporation) que dans la zone haute (condensation), le ratio surface d'échange/volume est très important.

[0068] La fabrication de l'échangeur thermique 1 va maintenant être décrite. Elle illustre un procédé de fabrication selon l'invention.

[0069] On fournit tout d'abord les pièces 49, 51, 53, 55, ainsi que les plaques 39, 41, 43, 45, 47 intercalaires, les plaques extrêmes 23, 25, et les organes 7, 9, 11, 13.

[0070] Ces éléments sont empilés comme représenté sur les figures 3 et 4 selon la direction Z, en intercalant entre chacun des feuilles de brasage 87 comme représenté sur la figure 5.

[0071] Les feuilles de brasage 87 sont en alliage de brasure, par exemple en alliage BNi-2, ou dans tout autre matériau adapté à la composition des pièces 49, 51, 53, 55 et des plaques 39, 41, 43, 45, par exemple en alliage eutectique cuivre-argent pour brasage des pièces en cuivre.

[0072] L'assemblage des pièces 49, 51, 53, 55, des plaques 39, 41, 43, 45, 47, des plaques extrêmes 23 et 25, et des feuilles de brasage 87 est réalisé par empilement, et maintenu mécaniquement grâce à un outillage adapté (non représenté).

[0073] Puis, on chauffe l'assemblage à une température de brasage pour obtenir l'ensemble 5.

[0074] En variante, l'assemblage n'est pas obtenu par brasage, mais par exemple par collage.

[0075] Avantageusement, l'ensemble 5 subit ensuite un dégraissage chimique et un dégraissage électrolytique. Ces opérations sont connues en elles-mêmes de l'homme du métier afin de nettoyer des surfaces en vue de réaliser des dépôts par électrolyse.

[0076] Le dégraissage électrolytique est par exemple réalisé dans un bain classique pour acier inoxydable et nickel en polarisation cathodique, avec une densité de courant de 4A/dm² pendant 10 minutes à 35°C.

[0077] Avantageusement, l'ensemble 5 subit ensuite une activation anodique en milieu acide, par exemple pendant deux minutes.

[0078] Optionnellement, l'ensemble 5 ainsi nettoyé et activé subit un pré-nickelage électrolytique par immersion dans un bain de Wood, par exemple à 25°C, avec une densité de courant cathodique de 6A/dm² pendant 8 minutes.

[0079] Le bain de Wood comprend, par exemple, du chlorure de nickel NiCl₂.6H₂O à 100-250 g/litre, et de l'acide chlorhydrique HCl à 85-125 cm³/litre.

[0080] Ensuite, comme représenté schématiquement sur la figure 6, l'ensemble 5 ainsi préparé est immergé dans un bain électrolytique 89, et la couche 85 est électro-déposée sur les faces 59, 60 des pièces 49, 51, 53, 55.

[0081] Le bain électrolytique 89 comprend avantageusement du sulfamate de nickel.

[0082] En variante, si les pièces 49, 51, 53, 55 sont en cuivre, le bain électrolytique 89 est par exemple un mélange de sulfate de cuivre et d'acide sulfurique.

[0083] En variante, si les pièces 49, 51, 53, 55 sont en aluminium, le bain électrolytique 89 comporte par exemple un solvant organique, tel qu'un mélange de tétrahydrofurane et de benzène, dans lequel est avantageusement dissous du chlorure d'aluminium AlCl₃ et de l'hydrure d'aluminium lithium LiAlH₄.

[0084] Pendant l'électrodéposition de la couche 85, l'ensemble 5 est relié électriquement à la cathode d'un générateur 91. L'ensemble 5 joue donc le rôle de cathode dans l'électrolyse.

[0085] Une anode 93 consommable est immergée dans le bain électrolytique 89 et reliée à l'anode du générateur 91. L'anode 93 est par exemple constituée de billes de nickel dépolarisées au soufre.

[0086] De manière surprenante, comme visible sur la figure 7, des germes 95 métalliques apparaissent presque uniquement au niveau des interstices 61 sur le bord ondulé 60A des pièces 49, 51, 53, 55. Les germes 95 grandissent en formant une boursofflure du bord ondulé. Puis, les germes 95 se rejoignent dans la direction Y et croissent encore pour former la couche 85, laquelle bouche totalement les interstices 61 des faces 59, 60.

[0087] De manière surprenante également, les germes 85 croissent peu dans la direction X vers l'intérieur

des canaux de circulation 63, 65.

[0088] Ainsi, les interstices 61 des faces 59, 60 sont obturés de manière simple et avantageuse.

[0089] Les organes 7, 9, 11, 13 sont ensuite fixés sur l'ensemble 5 par brasage, soudure, collage ou tout autre procédé adapté à l'échangeur thermique 1.

[0090] Selon une variante, les organes 7, 9, 11, 13 sont fixés sur l'ensemble 5 pendant l'opération d'assemblage, avant la ou les étapes d'électrodéposition.

[0091] Optionnellement, d'autres étapes d'électrodéposition sont réalisées pour parachever l'échangeur thermique 1.

[0092] Le caloduc décrit plus haut est fabriqué de manière analogue. Il est par exemple composé de cinq pièces : la feuille 58, les deux plaques de distribution 43 et 45 dotées d'ouverture 71 fermées sur leur bord extérieur et de deux plaques extrêmes 23 et 25. Dans un premier temps, les pièces 23, 25, 43, 45 et 53 sont assemblées par brasage, de manière analogue au cas de l'échangeur. Dans un deuxième temps, les faces 59 et 60 sont obturées par électrodéposition. Dans un troisième temps, les plaques extrêmes 23 et 25 sont percées pour permettre la fixation par soudage ou brasage de tubes servant au remplissage du fluide. Cette dernière opération peut aussi avoir lieu avant l'étape de dépôt.

[0093] Le fonctionnement de l'échangeur thermique 1 se déduit de sa structure et va maintenant être brièvement décrit.

[0094] Le fluide froid F1 (figure 1) pénètre dans l'organe 7. Le fluide froid F1 s'écoule le long de la face latérale 31 de l'ensemble 5 et se divise en les flux F11, F12 et F13 (figure 2).

[0095] Les flux F11, F12 et F13 entrent dans l'ensemble 5 par les entrées E1, E2, E3.

[0096] Le flux F12 s'écoule sensiblement selon la direction Y dans la découpe 73 de la plaque 43 qui joue le rôle de distributeur (figure 5). Le flux F12 s'écoule pénètre alors dans les canaux de circulation 63 (supérieurs) de la pièce 53 et dans les canaux de circulation 65 (inférieurs) de la pièce 51 (figure 3). A mesure qu'il s'écoule dans la direction X dans les canaux de circulation 63, 65, le fluide froid échange de la chaleur avec le fluide chaud F2 situé respectivement de l'autre côté de chacune des pièces 51, 53, et se refroidit et devient le flux F12'. Le flux F12' sort de l'ensemble 5 par la face 33 au niveau de la découpe 71 de la plaque 43.

[0097] De même, les flux F11 et F13 s'écoulent au travers de l'ensemble 5 depuis la face latérale 31 jusqu'à la face latérale 33 en échangeant de la chaleur à contre-courant avec les flux F21 et F22.

[0098] Une fois réchauffés, les flux F11, F12, F13 deviennent des flux réchauffés F11', F12' et F13' qui débouchent dans l'organe 9 et se combinent pour former le fluide réchauffé F1'.

[0099] De même, le fluide chaud F2 pénètre dans l'organe 11 et se divise en les flux F21 et F22 qui entrent dans l'ensemble 5 par la face latérale 33.

[0100] Par exemple, comme visible sur la figure 4, le

flux F22 pénètre par la découpe 73 de la plaque 45 et entre dans les canaux 65 (inférieurs) définis par la pièce 53 et dans les canaux 63 de la pièce 55. Les flux F21 et F22 se refroidissent par échange thermique à travers les pièces 49, 51 d'une part et 53, 55 d'autre part et ressortent sous la forme de flux refroidis F21' et F22'. Les flux F21' et F22' se combinent dans l'organe 13 pour former le fluide refroidi F2'.

[0101] Ainsi, grâce aux caractéristiques décrites ci-dessus, le procédé permet la fabrication de l'échangeur thermique 1 ou du caloduc décrit ci-dessus, en traitant les pièces 49, 51, 53, 55 présentant les micro-interstices 61. Ceci permet en particulier de donner de faibles dimensions à l'échangeur thermique 1 et au caloduc décrits ci-dessus.

[0102] En outre, le procédé permet la fabrication de l'échangeur thermique 1 ou du caloduc en minimisant le nombre d'étapes de brasage. Ceci permet d'obtenir des échangeurs de faibles dimensions, à coût réduit, et possiblement en une seule étape de brasage.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un échangeur thermique (1) ou d'un caloduc, comprenant au moins les étapes suivantes :

- obtention d'un ensemble (5) comprenant au moins une pièce (53) comportant au moins 90% en masse d'un métal ou un alliage de métaux, la pièce (53) ayant au moins une face (59) définissant une pluralité d'interstices (61), chacun des interstices (61) comportant au moins deux bords opposés (67, 69) séparés sur la face (59) par une distance maximale (D) inférieure ou égale à 550 micromètres, la pièce (53) définissant une pluralité de canaux de circulation (63, 65) pour des fluides (F1, F2), chacun des canaux de circulation (63, 65) définissant l'un des interstices, et
- immersion de l'ensemble (5) dans un bain électrolytique (89) et électrodéposition d'une couche (85) métallique sur ladite face (59), ladite couche (85) étant adaptée pour boucher les interstices (61).

2. Procédé de fabrication selon la revendication 1, dans lequel la pièce (53) comprend une feuille (58) métallique pliée en accordéon, un bord ondulé (60A) de la feuille (58) formant les bords (67, 69) des interstices (61), les canaux de circulation (63, 65) s'étendant parallèlement à, et de part et d'autre de la feuille (58).

3. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel la pièce (53) est en acier inoxydable, en cuivre, en aluminium, ou en

titane.

4. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'étape d'obtention de l'ensemble (5) comprend une sous-étape de fixation de la pièce (53) sur au moins deux plaques (43, 45), la pièce (53) étant située entre les deux plaques (43, 45) selon une direction (Z).

5. Procédé de fabrication selon la revendication 4, dans lequel la sous-étape de fixation comprend un brasage de la pièce (53) sur lesdites au moins deux plaques (43, 45).

6. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le procédé comprend en outre l'une ou plusieurs des étapes suivantes préalablement à l'étape d'immersion et d'électrodéposition :

- dégraissage chimique de l'ensemble (5),
- dégraissage électrolytique de l'ensemble (5), et/ou
- activation anodique acide de l'ensemble (5).

7. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le bain électrolytique (89) comprend du nickel, la couche (85) comportant majoritairement du nickel.

8. Procédé de fabrication selon la revendication 7, dans lequel le bain électrolytique (89) comprend du sulfamate de nickel.

9. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant en outre une étape d'immersion de l'ensemble (5) dans un bain de Wood pour réaliser un pré-nickelage de la pièce (53) préalablement à ladite étape d'immersion de l'ensemble (5) dans un bain électrolytique (89) et d'électrodéposition.

10. Echangeur thermique (1) ou caloduc comprenant un ensemble (5) comprenant au moins une pièce (53) comportant au moins 90% en masse d'un métal ou un alliage de métaux, la pièce (53) ayant au moins une face (59) définissant une pluralité d'interstices (61),

caractérisé en ce que chacun des interstices (61) comporte au moins deux bords opposés (67, 69) séparés sur la face (59) par une distance maximale (D) inférieure ou égale à 550 micromètres, la pièce (53) définissant une pluralité de canaux de circulation (63, 65) pour des fluides (F1, F2), chacun des canaux de circulation (63, 65) définissant l'un des interstices (61), l'ensemble (5) comprenant une couche (85) mé-

tallique électro-déposée sur ladite face (59) et bouchant les interstices (61).

und/oder

- saure anodische Aktivierung der Einheit (5).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers (1) oder eines Wärmerohrs, das mindestens die folgenden Schritte umfasst:

- Erhalten einer Einheit (5), die mindestens ein Teil (53) umfasst, das mindestens 90 Ma% eines Metalls oder einer Metalllegierung aufweist, wobei das Teil (53) mindestens eine Fläche (59) hat, die eine Vielzahl Spalte (61) definiert, wobei jeder der Spalte (61) mindestens zwei gegenüberliegende Ränder (67, 69) aufweist, die auf der Fläche (59) durch einen maximalen Abstand (D) von unter oder gleich 550 Mikrometer getrennt sind, wobei das Teil (53) eine Vielzahl Zirkulationskanäle (63, 65) für Fluide (F1, F2) definiert, wobei jeder der Zirkulationskanäle (63, 65) einen der Spalte definiert, und
- Eintauchen der Einheit (5) in ein Elektrolytbad (89) und Elektroabscheidung einer Metallschicht (85) auf der Fläche (59), wobei die Schicht (85) geeignet ist, die Spalte (61) zu verschließen.

2. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1, wobei das Teil (53) eine Metallfolie (58) mit Akkordeonfaltung umfasst, wobei ein gewellter Rand (60A) der Folie (58) die Ränder (67, 69) der Spalte (61) bildet, wobei sich die Zirkulationskanäle (63, 65) parallel zu und beiderseits der Folie (58) erstrecken.

3. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das Teil (53) aus rostfreiem Stahl, aus Kupfer, aus Aluminium oder aus Titan ist.

4. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Schritt des Erhaltens der Einheit (5) einen Unterschritt des Befestigens des Teils (53) auf mindestens zwei Platten (43, 45) umfasst, wobei sich das Teil (53) zwischen den zwei Platten (43, 45) gemäß einer Richtung (Z) befindet.

5. Herstellungsverfahren nach Anspruch 4, wobei der Unterschritt des Befestigens ein Löten des Teils (53) auf die mindestens zwei Platten (43, 45) umfasst.

6. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Verfahren ferner eine oder mehrere der folgenden Schritte vor dem Schritt des Eintauchens und der Elektroabscheidung umfasst:

- chemisches Entfetten der Einheit (5),
- elektrolytisches Entfetten der Einheit (5),

7. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Elektrolytbad (89) Nickel umfasst, wobei die Schicht (85) mehrheitlich Nickel aufweist.

8. Herstellungsverfahren nach Anspruch 7, wobei das Elektrolytbad (89) Nickelsulfamat umfasst.

9. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, das ferner einen Schritt des Eintauchens der Einheit (5) in ein Wood-Bad umfasst, um eine Vorvernickelung des Teils (53) vor dem Schritt des Eintauchens der Einheit (5) in ein Elektrolytbad (89) und der Elektroabscheidung durchzuführen.

10. Wärmetauscher (1) oder Wärmerohr, umfassend eine Einheit (5), die mindestens ein Teil (53) umfasst, das mindestens 90 Ma% eines Metalls oder einer Metalllegierung aufweist, wobei das Teil (53) mindestens eine Fläche (59) hat, die eine Vielzahl Spalte (61) definiert,

dadurch gekennzeichnet, dass jeder der Spalte (61) mindestens zwei gegenüberliegende Ränder (67, 69) aufweist, die auf der Fläche (59) durch einen maximalen Abstand (D) von unter oder gleich 550 Mikrometer getrennt sind, wobei das Teil (53) eine Vielzahl Zirkulationskanäle (63, 65) für Fluide (F1, F2) definiert, wobei jeder der Zirkulationskanäle (63, 65) einen der Spalte (61) definiert, wobei die Einheit (5) eine auf der Fläche (59) elektroabgeschiedene, die Spalte (61) verschließende Metallschicht (85) umfasst.

Claims

1. A method for manufacturing a heat exchanger (1) or heat pipe, comprising at least the following steps:

- obtaining an assembly (5) comprising at least one part (53) containing at least 90 % by weight of a metal or metal alloy, the part (53) having at least one surface (59) defining a plurality of interstices (61), each of the interstices (61) comprising at least two opposite edges (67, 69) separated on the surface (59) by a maximum distance (D) less than or equal to 550 micrometres, the part (53) defining a plurality of circulation channels (63, 65) for fluids (F1, F2), each of the circulation channels (63, 65) defining one of the interstices, and
- immersing the assembly (5) in an electrolytic bath (89) and electroplating a metal layer (85) on said surface (59), said layer (85) being adapted

ed to plug the interstices (61).

2. The manufacturing method according to claim 1, wherein the part (53) comprises a metal foil (58) in an accordion fold, a waved edge (60A) of the foil (58) forming the edges (67, 69) of the interstices (61), the circulation channels (63, 65) extending parallel to and either side of the foil (58). 5
3. The manufacturing method according to any of claims 1 or 2, wherein the part (53) is in stainless steel, copper, aluminium, or titanium. 10
4. The manufacturing method according to any of claims 1 to 3, wherein the step to obtain the assembly (5) comprises a sub-step to secure the part (53) onto at least two plates (43, 45), the part (53) being positioned between the two plates (43, 45) in a direction (Z). 15
5. The manufacturing method according to claim 4, wherein the securing sub-step comprises brazing of the part (53) onto said at least two plates (43, 45). 20
6. The manufacturing method according to any of claims 1 to 5, wherein the method further comprises one or more of the following steps prior to the immersion and electroplating step: 25
 - chemical cleaning of the assembly (5), 30
 - electrolytic cleaning of the assembly (5), and/or
 - acid anodic activation of the assembly (5).
7. The manufacturing method according to any of claims 1 to 6, wherein the electrolytic bath (89) comprises nickel, the layer (85) mostly containing nickel. 35
8. The manufacturing method according to claim 7, wherein the electrolytic bath (89) comprises nickel sulfamate. 40
9. The manufacturing method according to any of claims 1 to 8, further comprising a step to immerse the assembly (5) in a Wood's bath to conduct pre-nickel plating of the part (53) prior to said immersion step of the assembly (5) in an electrolytic bath (89) and electroplating. 45
10. A heat exchanger (1) or heat pipe comprising as assembly (5) comprising at least one part (53) containing at least 90 % by weight of a metal or metal alloy, the part (53) having at least one surface (59) defining a plurality of interstices (61), 50

characterized in that each of the interstices (61) comprises at least two opposite edges (67, 69) separated on the surface (59) by a maximum distance (D) less than or equal to 500 microme- 55

tres, the part (53) defining a plurality of circulation channels (63, 65) for fluids (F1, F2), each of the circulation channels (63, 65) defining one of the interstices (61),
the assembly (5) comprising a metal layer (85) electroplated on said surface (59) and plugging the interstices (61).

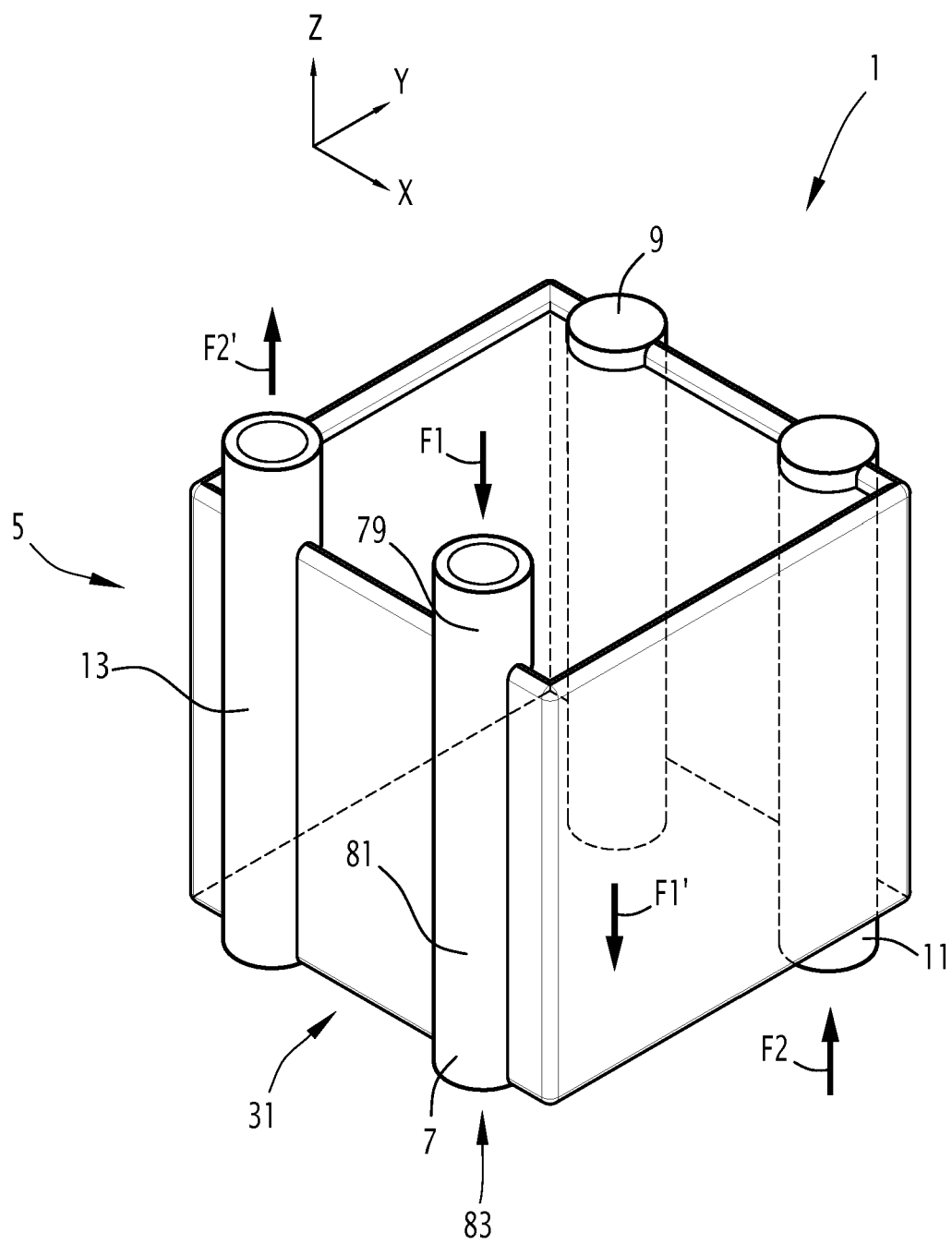


FIG.1

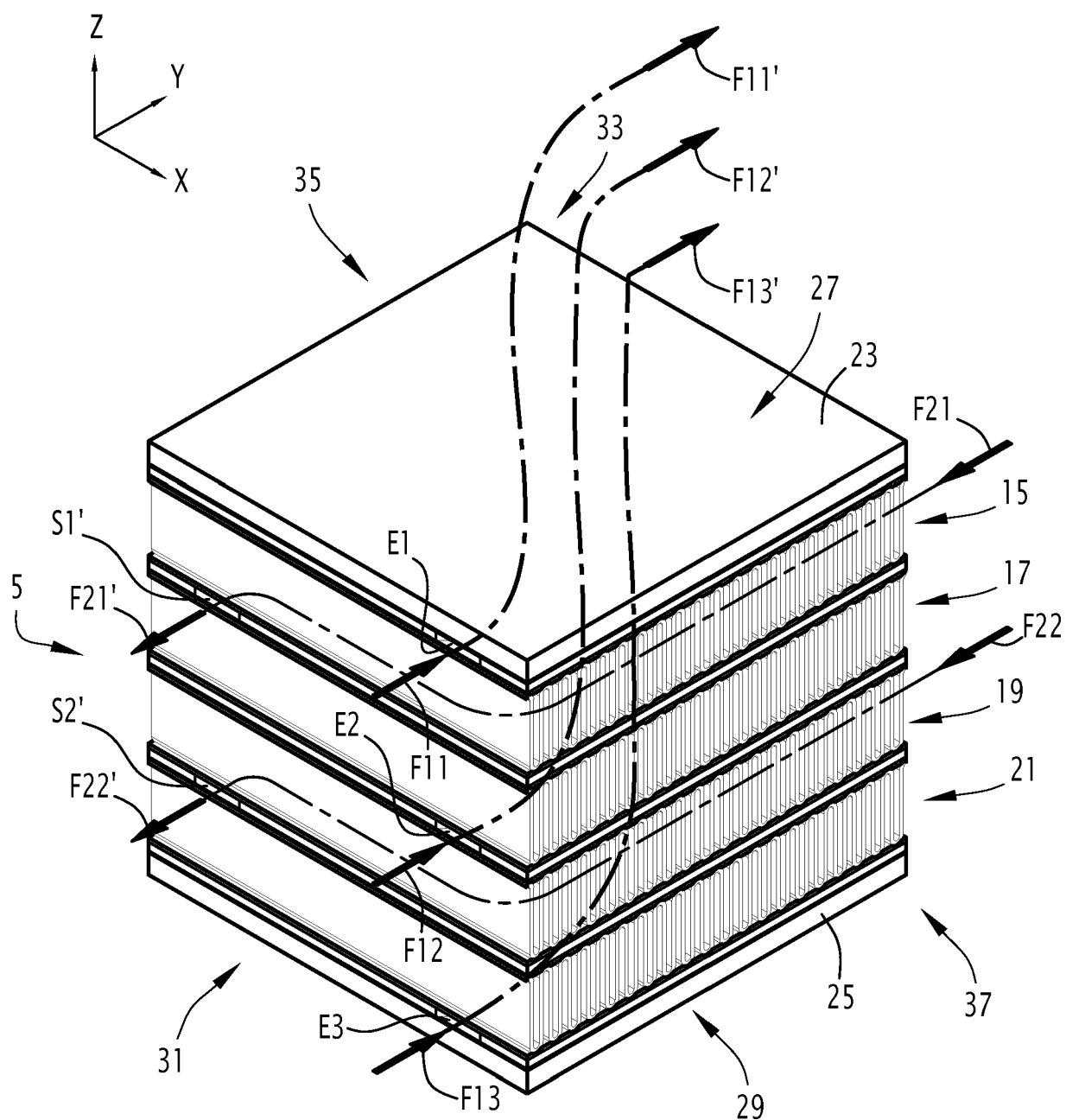


FIG.2

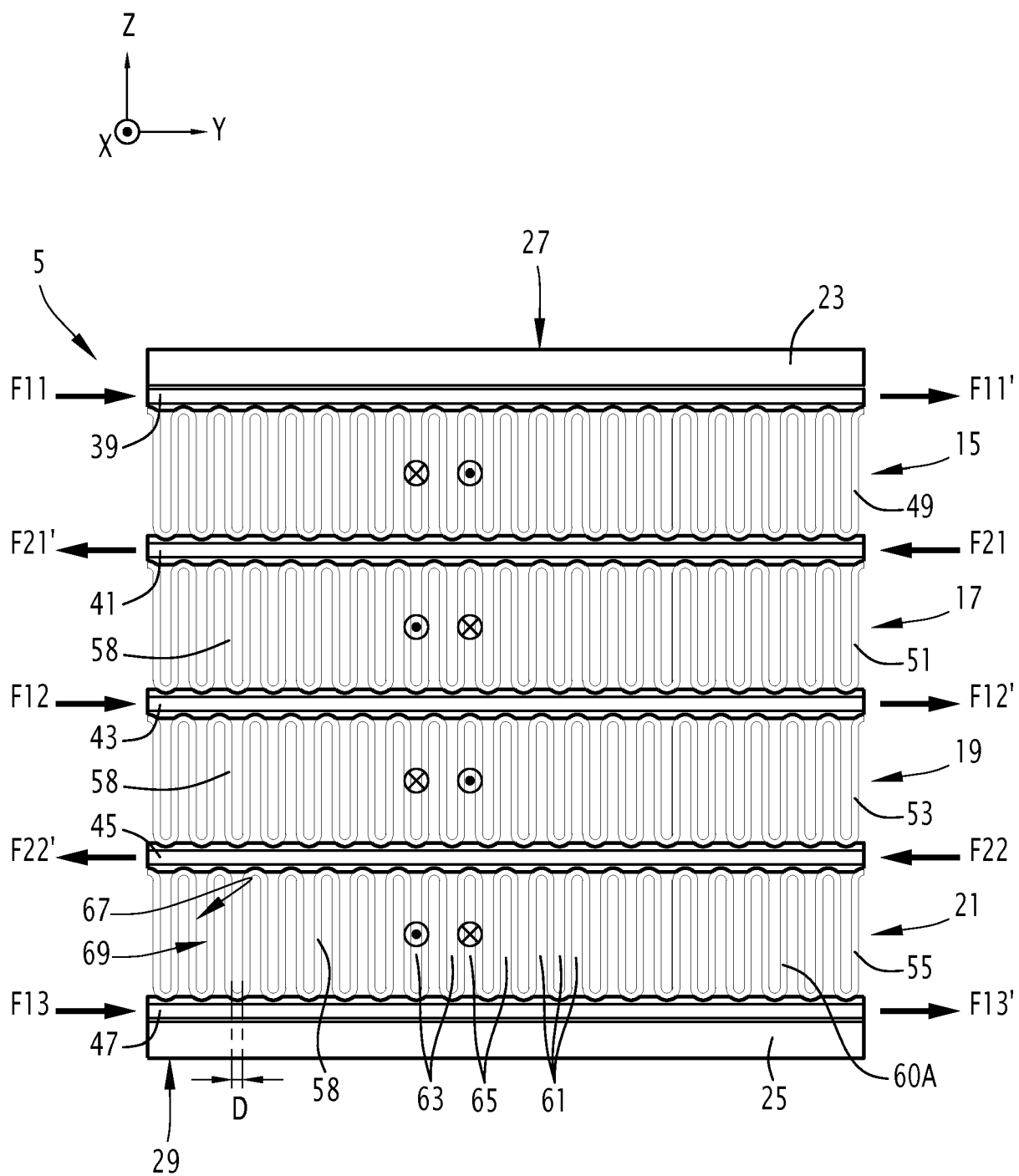


FIG.3

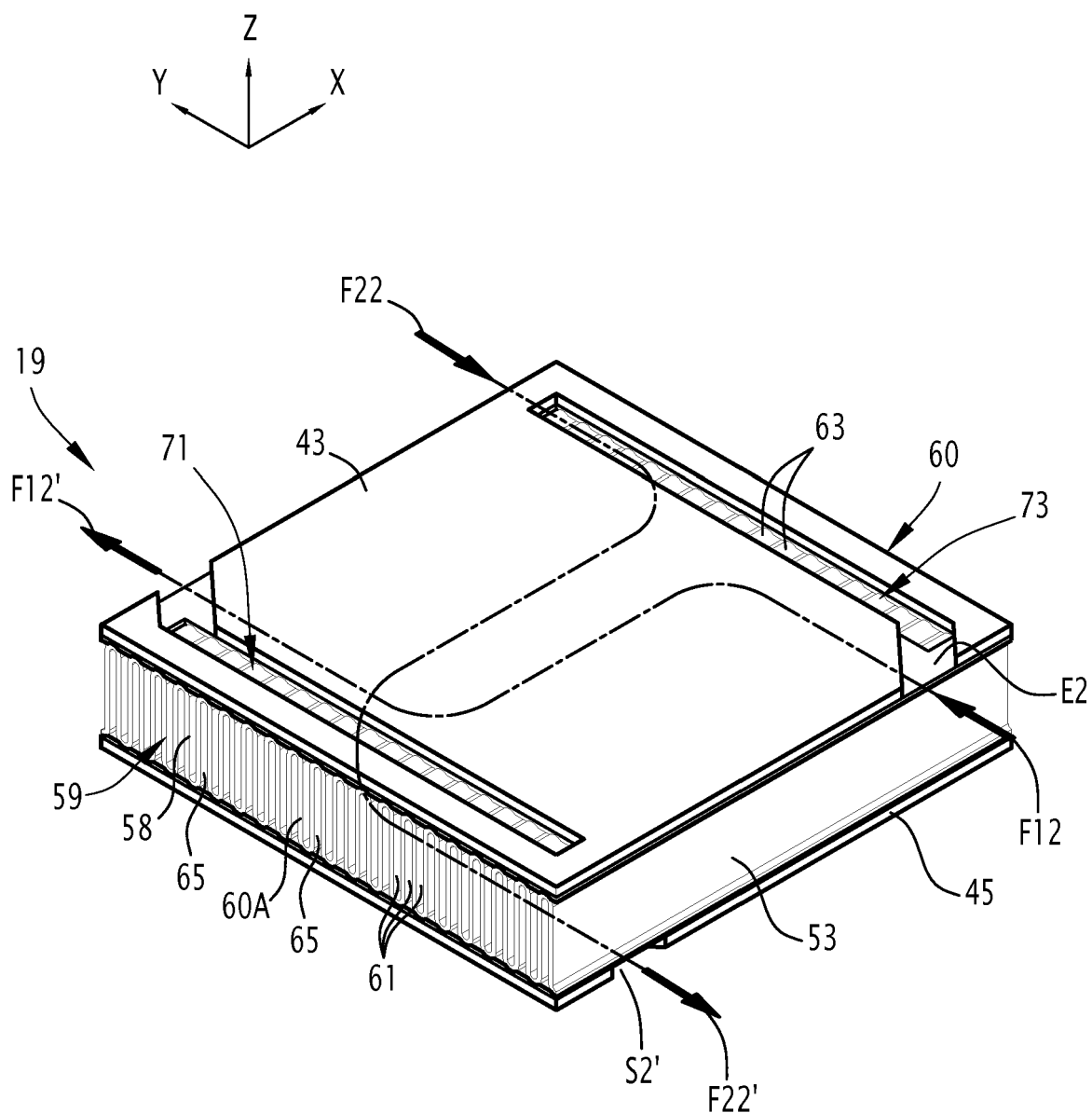


FIG.4

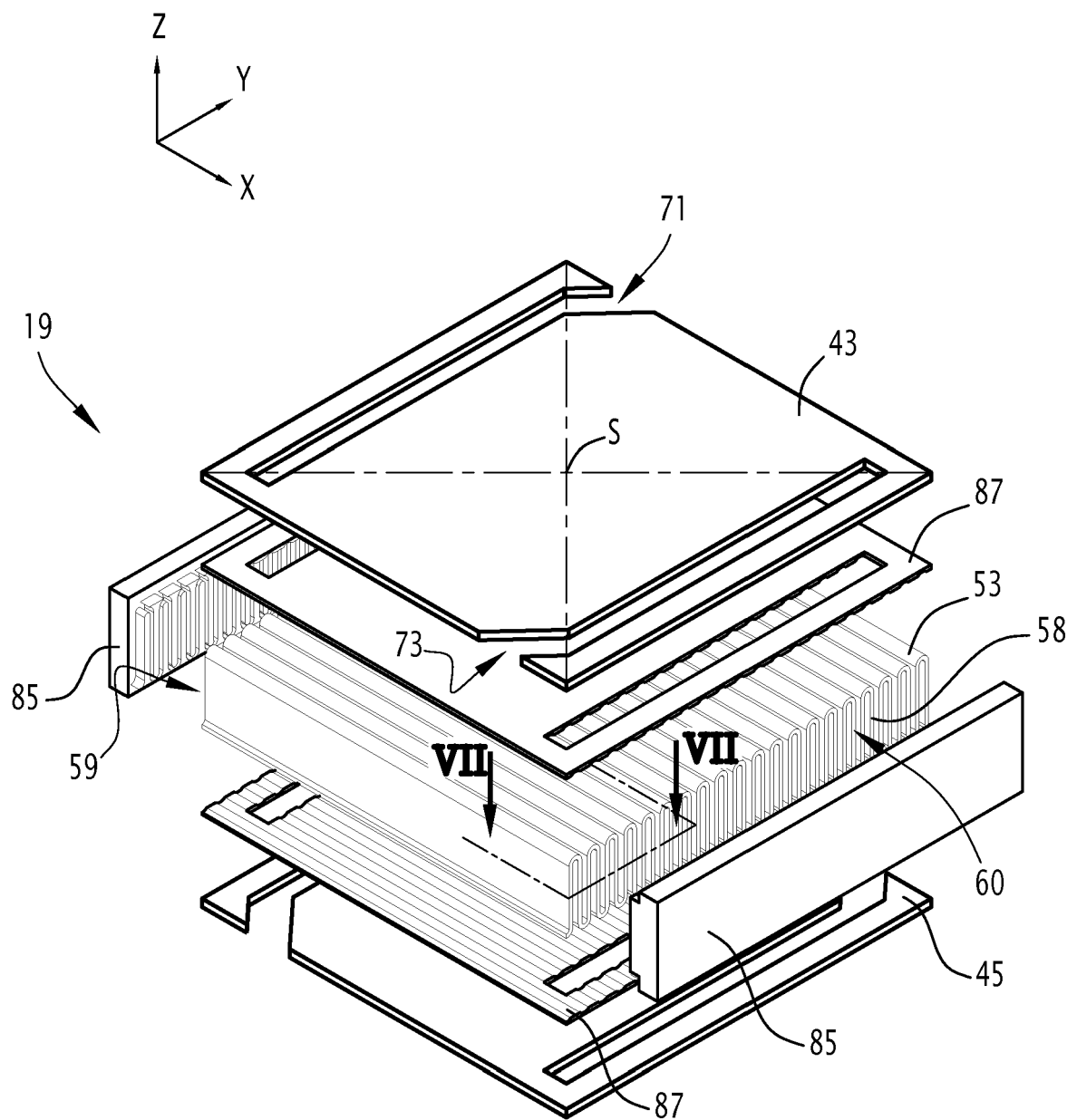


FIG.5

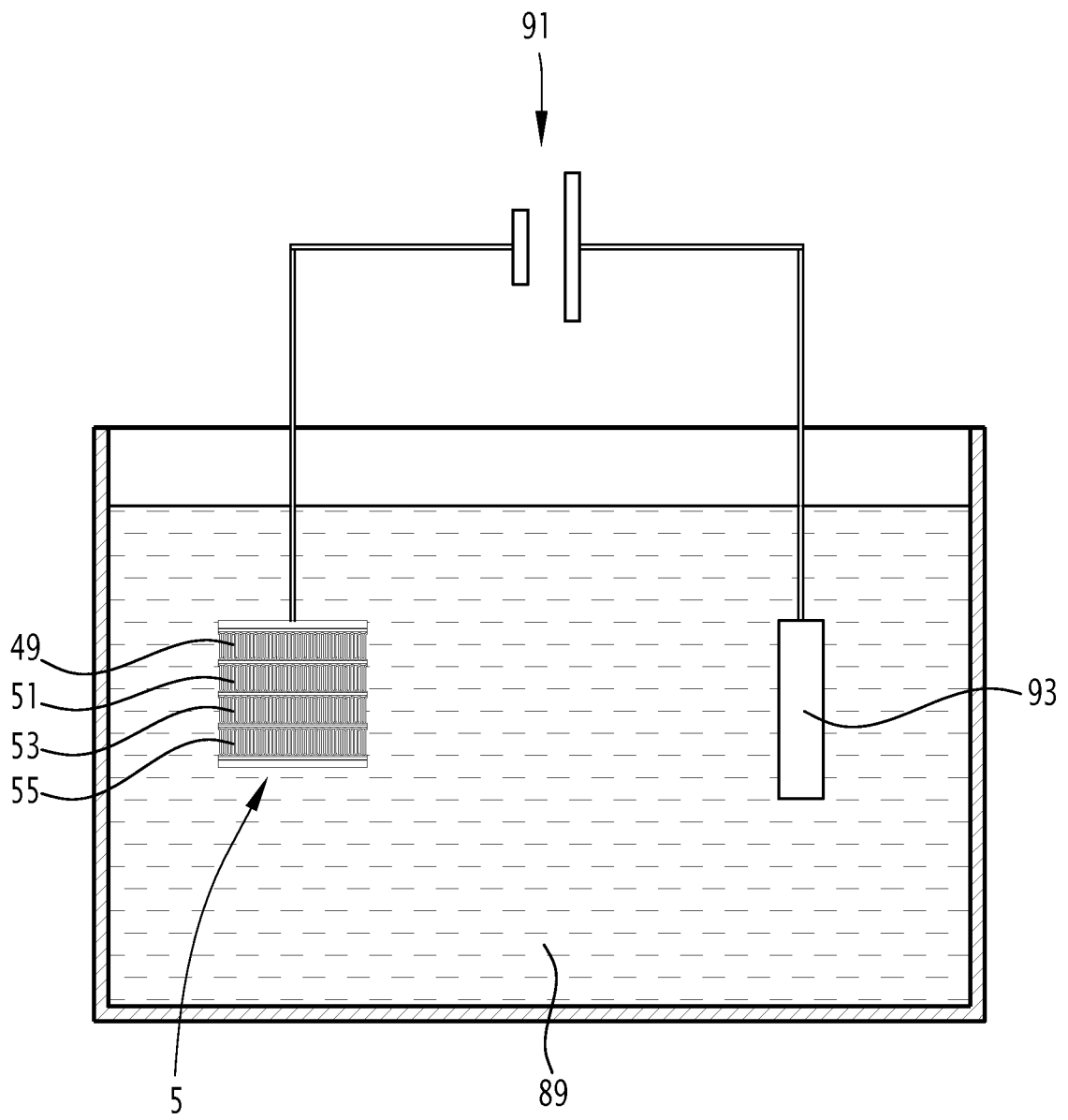


FIG.6

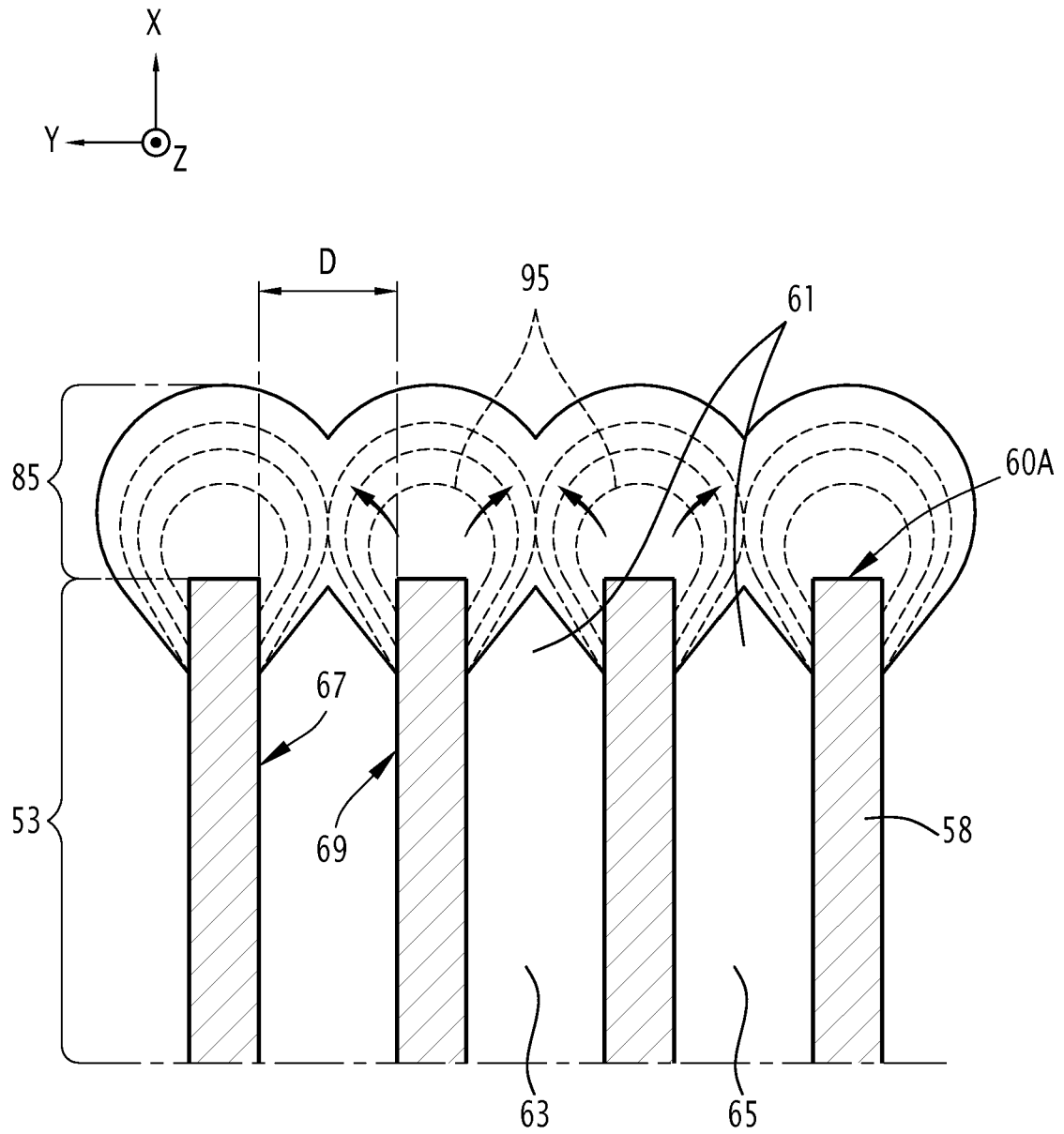


FIG. 7

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

- KR 101891444 B1 [0013]