

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

(11) Nº de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

3 101 409

(21) Nº d'enregistrement national : 20 02951

(51) Int Cl<sup>8</sup> : F 28 F 3/06 (2019.12)

(12)

## DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

(22) Date de dépôt : 26.03.20.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 02.04.21 Bulletin 21/13.

(56) Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la  
procédure de rapport de recherche.

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

Demande(s) d'extension :

(71) Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME  
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉ-  
DÉS GEORGES CLAUDE SOCIÉTÉ ANONYME — FR.

(72) Inventeur(s) : RICHET Nicolas.

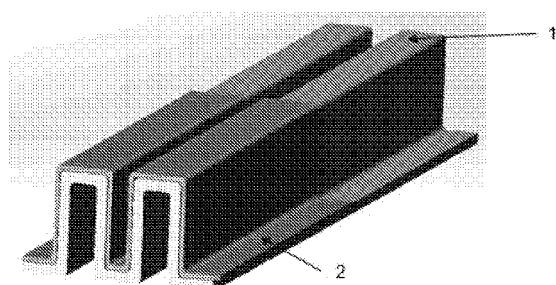
(73) Titulaire(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME  
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉ-  
DÉS GEORGES CLAUDE SOCIÉTÉ ANONYME.

(74) Mandataire(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME  
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉ-  
DÉS GEORGES CLAUDE.

(54) Élément intercalaire pour échangeur de chaleur.

(57) L'invention concerne un élément intercalaire (1, 2) pour échangeur de chaleur comprenant au moins une première structure ondulée (1) et une deuxième structure ondulée (2) comportant chacune une succession d'aillettes (123, 223) reliées alternativement par des sommets d'onde (121, 221) et des bases d'onde (122, 222). Selon l'invention, lesdites première et deuxième structures ondulées sont imbriquées l'une dans l'autre.

Figure de l'abrégié: Fig. 3



## Description

### Titre de l'invention : Élément intercalaire pour échangeur de chaleur

- [0001] L'invention concerne un élément intercalaire pour échangeur de chaleur ainsi qu'un échangeur de chaleur du type à plaques et ailettes brasées comportant un tel élément intercalaire.
- [0002] La technologie couramment utilisée pour un échangeur est celle des échangeurs en aluminium à plaques et à ailettes ou ondes brasés, qui permettent d'obtenir des dispositifs très compacts offrant une grande surface d'échange.
- [0003] Ces échangeurs comprennent des plaques séparatrices entre lesquelles sont insérées des structures d'échange thermique, généralement des structures ondulées ou ondes, formées d'une succession d'ailettes ou jambes d'onde, constituant ainsi un empilement de passages pour les différents fluides à mettre en relation d'échange thermique.
- [0004] Des éléments intercalaires sont généralement disposées dans les passages de l'échangeur. Ces structures d'échange thermique se présentent sous forme de produit ondulé, ou ondes d'échange thermique, comprenant des ailettes, ou jambes d'onde, qui s'étendent entre les plaques de l'échangeur et permettent d'augmenter la surface d'échange thermique de l'échangeur. Les éléments intercalaires sont assemblés aux plaques par brasage.
- [0005] Actuellement, les éléments intercalaires d'échangeurs de chaleur à plaques et ondes sont fabriqués essentiellement suivant deux techniques.
- [0006] Une technique est le formage. Cette technologie consiste à plier un feuillard d'aluminium d'une certaine épaisseur à l'aide d'une presse et d'un outil. Cette technique est connue et maîtrisée. Cependant, elle présente certaines limites liées notamment au dessin des outils utilisés pour former les ondes, qui sont le plus souvent constitués de lames assemblées les unes à côté des autres. Plus l'onde à former est dense, c'est-à-dire plus le nombre d'ailette par unité de longueur est grand, plus ces lames sont fines et fragiles. Plus les ondes sont hautes, plus les lames le sont également. Les risques de casse de la lame de l'outil est d'autant plus élevé que le feuillard est épais et la lame fine et haute. La densité et la hauteur des ondes sont donc limitées par l'épaisseur du feuillard d'aluminium utilisé et il existe un couple maximum épaisseur / densité pour chaque type de structure ondulée.
- [0007] Une autre technique est le passage à la molette. Cette technologie consiste à faire passer un feuillard d'aluminium entre plusieurs séries de roues dentées. Ces dernières déforment petit à petit le feuillard d'aluminium jusqu'à obtenir la densité et la hauteur d'ondulation voulues. L'utilisation de roues dentées induit cependant des ondes

présentant des jambes d'onde ayant un angle non nul par rapport à la verticale, en général supérieur à 5°. De plus les tolérances en terme de hauteur sont supérieures à celles obtenues par formage ce qui peut poser problème au moment du brasage.

- [0008] Afin d'augmenter la densité des ondes et/ou l'épaisseur des jambes des ondes, ce qui peut s'avérer nécessaire dans certains procédés pour maximiser les échanges thermiques, les structures ondulées peuvent être usinées, moulées ou coulées. Cependant, ces techniques sont soit très longues et onéreuses, soit mal adaptées à la production de pièces de grande précision requise pour l'assemblage.
- [0009] Le problème à résoudre est de proposer un élément intercalaire pour échangeur de chaleur dont la densité, l'épaisseur et/ou la hauteur peut être augmentée sans complexifier la fabrication ni risquer de casser les outils de fabrication.
- [0010] La solution selon l'invention est alors un élément intercalaire pour échangeur de chaleur comprenant au moins une première structure ondulée et une deuxième structure ondulée comportant chacune une succession d'ailettes reliées alternativement par des sommets d'onde et des bases d'onde, caractérisée en ce que lesdites première et deuxième structures ondulées sont imbriquées l'une dans l'autre.
- [0011] Selon le cas, l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :
- [0012]
- les ailettes de la première structure et les ailettes de la deuxième structure ondulée se succèdent suivant une première direction et présentent respectivement une première épaisseur et une deuxième épaisseur, lesdites première et deuxième épaisseurs étant mesurées parallèlement à la première direction, la deuxième épaisseur étant inférieure à la première épaisseur.
  - la première structure ondulée et la deuxième structure ondulée présentent respectivement un premier pas et un deuxième pas, lesdits premier et deuxième pas étant définis comme les distances entre deux ailettes successives d'une même structure ondulée mesurées suivant la première direction, le premier pas et/ou le deuxième pas étant variable.
  - la première structure ondulée et la deuxième structure ondulée présentent respectivement une première densité d'ailettes et une deuxième densité d'ailettes, lesdites première et deuxième densités d'ailettes étant définies comme le nombre d'ailettes par unité de longueur d'une même structure ondulée, mesurées suivant la première direction, la première densité étant inférieure à la deuxième densité.
  - une couche d'agent de brasage est intercalée entre la première structure ondulée et la deuxième structure ondulée.
  - l'élément intercalaire comporte en outre une troisième structure ondulée, la première structure ondulée, la deuxième structure ondulée et la troisième

structure ondulée étant imbriquées les unes dans les autres, avec la première structure ondulée agencée entre la deuxième structure ondulée et la troisième structure ondulée.

- [0013] En outre, l'invention concerne un échangeur de chaleur du type à plaques et ailettes brasés comprenant une pluralité de plaques agencées parallèlement entre elles de façon à définir une série de passages pour l'écoulement d'un premier fluide à mettre en relation d'échange thermique avec au moins un deuxième fluide, et au moins un élément intercalaire selon l'invention agencé entre deux plaques successives de façon à former, au sein du passage défini entre les deux plaques, plusieurs canaux pour l'écoulement du premier fluide.
- [0014] L'invention va maintenant être mieux comprise grâce à la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux figures ci-annexés, parmi lesquelles :
- [0015] [fig.1] représente une première onde selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0016] [fig.2] représente une deuxième onde selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0017] [fig.3] représente un élément intercalaire comprenant une première onde et une deuxième onde selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0018] [fig.4] représente un élément intercalaire selon un autre mode de réalisation de l'invention.
- [0019] La figure 1 schématise une première structure ondulée 1 comprenant une succession d'ailettes 123 reliées alternativement par des sommets d'onde 121 et des bases d'onde 122. Les ailettes 123 se succèdent suivant une première direction. Les ailettes 123 s'étendent globalement suivant une deuxième direction, orthogonale à la première direction, et qui correspond généralement à la direction d'écoulement du premier fluide s'écoulant dans le passage d'échangeur au sein duquel est agencée la structure. Les ailettes 123 ont une première épaisseur, mesurée suivant la première direction, correspondant à l'épaisseur du feuillard utilisé préalablement pour former la structure. Les sommets et bases d'onde 121, 122 ont la même épaisseur que les ailettes 123.
- [0020] La figure 2 schématise une deuxième structure ondulée 2 à laquelle on peut transposer les caractéristiques décrites ci-dessus pour la première structure.
- [0021] La figure 3 représente un élément intercalaire formé par imbrication de la première structure ondulée 1 et de la deuxième structure ondulée 2 l'une dans l'autre. Dit autrement, les sommets d'onde, bases d'onde et ailette des structures sont conformées de sorte qu'elles s'imbriquent, les surfaces de la deuxième structure orientée et de la première structure orientée l'une vers l'autre formant des complémentaires. De préférence, une couche d'agent de brasage est agencée entre les structures ondulées pour les assembler l'une à l'autre.
- [0022] La solution proposée apporte la possibilité d'augmenter fortement l'épaisseur et la

densité de l’élément intercalaire résultant, tout en continuant de fabriquer chaque structure ondulée par formage conventionnel, en limitant voir en évitant le risque de casse des outils de formage. Les inventeurs de la présente invention ont ainsi mis en évidence un gain de 30 à 40% sur l’épaisseur de l’élément intercalaire et de (50 à 100% sur sa densité.

- [0023] De préférence, les ailettes de la première structure ondulée se succèdent périodiquement, c'est-à-dire que le pas de la structure, défini comme la distance entre deux ailettes successives d'une même ondulation, mesurées suivant la première direction, est constant. On pourra également réaliser la première structure avec un pas variable si nécessaire.
- [0024] De préférence, les ailettes de la première structure ondulée ont une épaisseur plus importante que l’épaisseur des ailettes de la deuxième structure ondulée.
- [0025] De préférence, la première structure ondulée présente une densité d'ailettes supérieure à celle de la deuxième structure ondulée.
- [0026] De préférence, la deuxième structure ondulée présente un pas variable de manière à ce qu’elle puisse s’imbriquer avec la première structure ondulée.
- [0027] Notons que deux à trois feuillards, voire plus, peuvent être utilisés pour former l’élément intercalaire.
- [0028] Ainsi, la figure 4 schématise un élément intercalaire formés à partir de trois feuillards, les feuillards étant mis en forme préalablement pour former une première structure ondulée 1, une deuxième structure ondulée 2 et une troisième structure ondulée 3. Un feuillard d’aluminium de plus forte épaisseur sert à former première structure ondulée 1 de façon conventionnelle. Deux feuillards de plus faibles épaisseurs, chacun revêtus sur une face de brasure, servent à réaliser des ondes de plus forte densité. Ces structures 2, 3 ont un pas variable afin de pouvoir s’imbriquer dans la structure 1 de forte épaisseur.
- [0029] De préférence, la ou les structures ondulées de plus faibles épaisseurs formant l’élément intercalaire présentent les ailettes les plus ressérées, c'est-à-dire nécessitant les lames de plus faible épaisseur. Compte tenu de la finesse du feuillard utilisé, la finesse de la lame n’augmente pas le risque de casse de l’outil. On pourra également jouer l’état de recuit des alliages utilisés. En effet, le formage de l’aluminium est d’autant plus facile que l’alliage est fortement recuit. Ceci se caractérise par un allongement à rupture plus important qui évite les risques de déchirure du feuillard. Les structures ondulées de faible épaisseur pourront donc être réalisés dans un alliage recuit. Les structures ondulées seront recouverts d’agent de brasage qui peut être identique à celui utilisée pour braser les échangeurs sous vide. Cela permettra de rendre solidaire les structures ondulées d’ondes à des fins de résistance mécanique.
- [0030] En tant que structures ondulées, on pourra utiliser les différents types d’ondes mis en

œuvre habituellement dans les échangeurs du type à plaques et ailettes brasés. Les ondes pourront être choisies parmi les types d'onde connus tels les ondes droites, les ondes dites à décalage partiel (du type « *serrated* » en anglais), les ondes à vagues ou arrêtes de hareng (du type « *herringbone* » en anglais). Ces ondes pourront être perforées ou non.

## Revendications

[Revendication 1]

Elément intercalaire pour échangeur de chaleur comprenant au moins une première structure ondulée (1) et une deuxième structure ondulée (2) comportant chacune une succession d'ailettes (123, 223) reliées alternativement par des sommets d'onde (121, 221) et des bases d'onde (122, 222), caractérisée en ce que lesdites première et deuxième structures ondulées sont imbriquées l'une dans l'autre.

[Revendication 2]

Elément intercalaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que les ailettes (123) de la première structure ondulée (1) et les ailettes (223) de la deuxième structure ondulée (2) se succèdent suivant une première direction et présentent respectivement une première épaisseur et une deuxième épaisseur, lesdites première et deuxième épaisseurs étant mesurées parallèlement à la première direction, la deuxième épaisseur étant inférieure à la première épaisseur.

[Revendication 3]

Elément intercalaire selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la première structure ondulée (1) et la deuxième structure ondulée (2) présentent respectivement un premier pas et un deuxième pas, lesdits premier et deuxième pas étant définis comme les distances entre deux ailettes (123, 223) successives d'une même structure ondulée mesurées suivant la première direction, le premier pas et/ou le deuxième pas étant variable.

[Revendication 4]

Elément intercalaire selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la première structure ondulée (1) et la deuxième structure ondulée (2) présentent respectivement une première densité d'ailettes et une deuxième densité d'ailettes, lesdites première et deuxième densités d'ailettes étant définies comme le nombre d'ailettes (123, 223) par unité de longueur d'une même structure ondulée, mesurées suivant la première direction, la première densité étant inférieure à la deuxième densité.

[Revendication 5]

Elément intercalaire selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'une couche d'agent de brasage est intercalée entre la première structure ondulée (1) et la deuxième structure ondulée (2).

[Revendication 6]

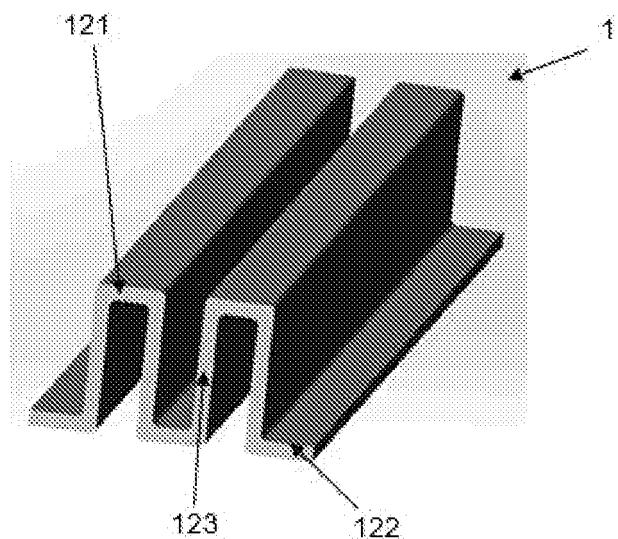
Elément intercalaire selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une troisième structure ondulée (3), la première structure ondulée (1), la deuxième structure ondulée (2) et la troisième structure ondulée (3) étant imbriquées les unes dans les autres, avec la première structure ondulée (1) agencée entre la deuxième

## [Revendication 7]

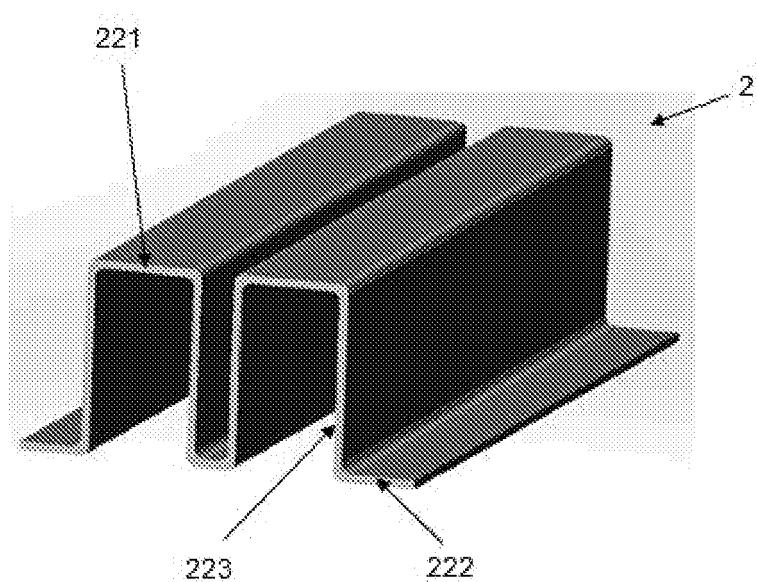
structure ondulée (2) et la troisième structure ondulée (3).

Echangeur de chaleur du type à plaques et ailettes brasés comprenant une pluralité de plaques agencées parallèlement entre elles de façon à définir une série de passages pour l'écoulement d'un premier fluide à mettre en relation d'échange thermique avec au moins un deuxième fluide, et au moins un élément intercalaire agencé entre deux plaques successives de façon à former, au sein du passage défini entre les deux plaques, plusieurs canaux pour l'écoulement du premier fluide, caractérisé en ce que l'élément intercalaire est selon l'une des revendications 1 à 6.

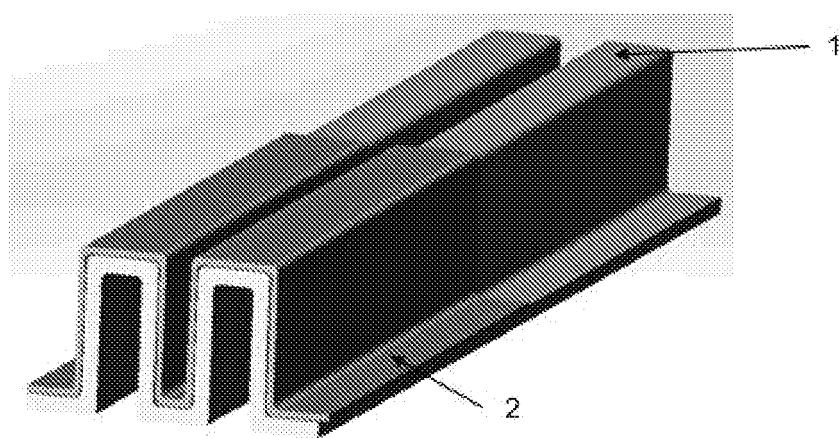
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]

