



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
30.11.2016 Bulletin 2016/48

(51) Int Cl.:
F27B 9/06 (2006.01) **F27B 9/36** (2006.01)
F27D 99/00 (2010.01)

(21) Numéro de dépôt: **16170967.0**

(22) Date de dépôt: **24.05.2016**

(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
Etats de validation désignés:
MA MD

(72) Inventeurs:
• **LHOEST, Alexandre**
4700 Eupen (BE)
• **PENSIS, Olivier**
4420 Montegnée (BE)

(74) Mandataire: **Gevers Patents**
Intellectual Property House
Holidaystraat 5
1831 Diegem (BE)

(30) Priorité: **28.05.2015 BE 201505331**

(71) Demandeur: **Drever International S.A.**
4031 Liège (BE)

(54) **DISPOSITIF DE CHAUFFAGE INDIRECT PAR RAYONNEMENT SOUS LA FORME D'UN
BOÎTIER RADIANT**

(57) La présente invention se rapporte à un dispositif de chauffage (1) indirect par rayonnement sous la forme d'un boîtier radiant présentant deux parois frontales (2, 2') et deux parois latérales (5) et comprenant au moins une source de chaleur, ledit boîtier radiant présentant

des parois frontales (2, 2') se joignant de façon que le boîtier présente, en section transversale, une forme lenticulaire et en ce que lesdites parois frontales (2, 2') se joignent à au moins une extrémité de la dite forme lenticulaire en y formant une arrête ou un léger plat (3, 3').

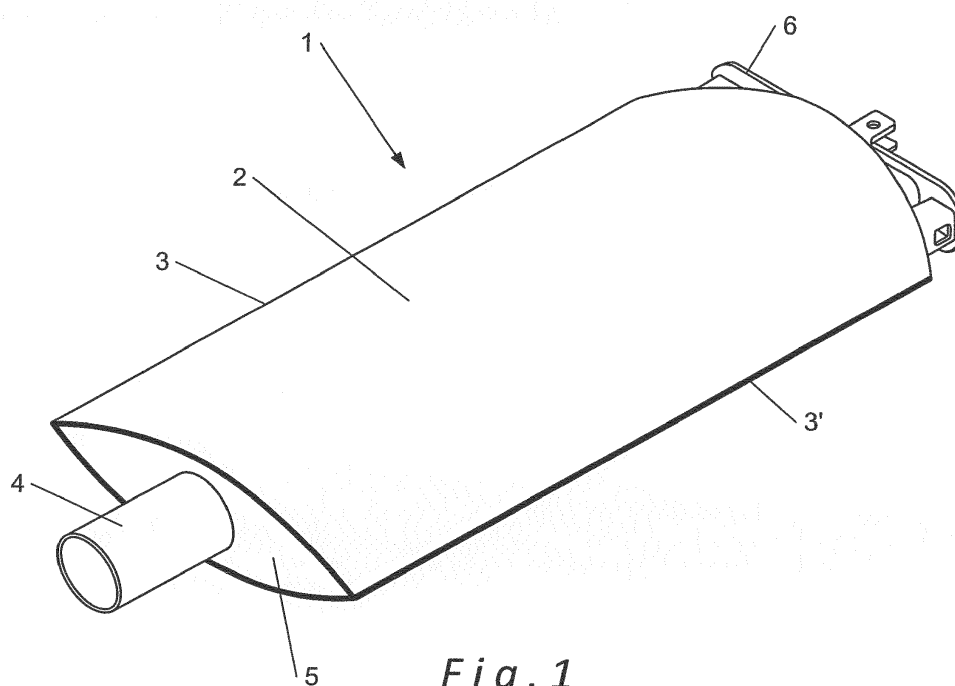


Fig. 1

Description

[0001] La présente invention se rapporte à un dispositif de chauffage indirect par rayonnement sous la forme d'un boîtier radiant présentant deux parois frontales et deux parois latérales et comprenant au moins une source de chaleur.

[0002] Un tel dispositif de chauffage, reposant sur l'utilisation de chaleur se propageant par radiation/rayonnement (on parle alors de chaleur radiante/rayonnante) au départ d'un élément radiant (notamment fabriqué en un alliage métallique ou en céramique), est notamment utilisé dans des fours de traitement thermique au sein desquels sont traités des produits typiquement métalliques (comme des barres, des tubes, des bandes) mais aussi, par exemple, des produits en d'autres matériaux comme de la céramique.

[0003] Par les termes « chauffage indirect », il est entendu que le chauffage ne s'effectue pas directement entre la source de chaleur (flamme dans le cas d'une combustion) et le produit à traiter.

[0004] Le document FR1315564 divulgue un type particulier de dispositif de chauffage présentant une forme elliptique, c'est-à-dire une forme qui est constituée par une infinité d'arcs de cercle et qui peut être obtenue, par définition, comme une enveloppe de la famille des cercles dont les diamètres sont les cordes à supports parallèles d'un cercle donné. Une ellipse est en fait une courbe plane fermée générée par un point se déplaçant de telle sorte que sa distance par rapport à un point fixe divisée par sa distance par rapport à une ligne fixe est une valeur constante positive inférieure à 1.

[0005] Généralement, les fours de traitement thermique comprennent toute une série d'éléments radiants placés les uns au-dessus des autres et/ou les uns à côté des autres selon des rangées verticales et/ou horizontales. Généralement, les produits à traiter défilent verticalement et/ou horizontalement vis-à-vis de ces éléments et/ou entre ces éléments au départ desquels est émise de la chaleur radiante. A cette fin, chaque élément radiant comprend au moins une source de chaleur, laquelle peut par exemple se présenter sous la forme d'un brûleur muni d'au moins un injecteur d'un produit combustible, d'au moins une entrée d'un comburant et d'au moins une sortie de gaz de combustion de telle sorte que, alimenté en un produit combustible gazeux ou liquide et en comburant, le brûleur développe une flamme au sein de l'élément radiant au départ duquel rayonne alors de la chaleur vers les produits à traiter.

[0006] Principalement, les éléments radiants actuellement utilisés et connus de l'état de la technique consistent en des tubes radiants dont différentes formes sont proposées. Par exemple, un premier type de tube radiant est celui en « W » qui est composé de quatre brins de section circulaire et un second type de tube radiant est celui en « double P » qui est composé de trois brins de section creuse sensiblement circulaires. Toutefois, d'autres formes d'éléments radiants ont été proposées comme par exemple des cassettes radiantes (voir ci-après).

[0007] Dans les procédés de traitement thermique réalisés par défilement continu ou non de produits (comme par exemple des bandes métalliques) devant des éléments radiants disposés dans un four, le transfert de chaleur dépend de la surface globale émettrice de chaleur (c'est-à-dire de l'ensemble des surfaces des éléments radiants au départ desquelles de la chaleur est rayonnée), du facteur de vue (ou facteur de forme) et de l'écart de température (tel que caractérisé par la loi de Stefan Boltzmann concernant les transferts par radiations) entre la surface rayonnante et le produit à traiter.

[0008] Notons que, par définition, le facteur de vue ou facteur de forme permet de définir la proportion du flux total (de chaleur) émis par une première surface (S1) et arrivant sur une deuxième surface (S2). Dans la pratique, la surface globale émettrice de chaleur est formée par une série de tubes parallèles et généralement placés de façon transversale par rapport au sens de déplacement du produit, dans le cas d'un défilement.

[0009] Ces tubes, installés suivant la pratique dans un four selon des rangées verticales et/ou horizontales, rayonnent de la chaleur vers le produit mais, en même temps, de par leur positionnement côte à côte et/ou l'un au-dessus de l'autre, ces mêmes tubes radiants s'irradient l'un l'autre (radiations mutuelles). En effet, des surfaces significatives de tubes radiants successifs se font face, une surface d'un élément radiant donné interceptant le rayonnement d'un autre tube radiant successif donné, ceci ne permettant pas d'assurer un chauffage optimal du produit mais menant à une surchauffe mutuelle des tubes qui, dans certains cas de figures, se transmettent de la chaleur l'un à l'autre par rayonnement.

[0010] D'une part, ceci a pour conséquence de limiter le transfert de chaleur vers le produit à traiter puisqu'une quantité de chaleur non négligeable est empêchée d'être transmise vers ce dernier. En effet, dès lors que deux éléments/tubes radiants connus de l'état de la technique se succèdent (sont placés côte à côte ou l'un au-dessus de l'autre), ils se « gênent » l'un l'autre et une perte de surface efficace de radiation est observée pour chacun de ces éléments/tubes radiants. Typiquement, ce phénomène de radiation mutuelle entraîne une perte de la capacité de chauffage des éléments/tubes radiants successifs, c'est-à-dire de tubes placés côte à côte ou l'un au-dessus de l'autre.

[0011] D'autre part, les formes actuellement connues des tubes radiants de l'état de la technique contribuent à la création d'un gradient de température le long des tubes radiants, ce gradient de température ayant notamment un impact considérable sur la longévité des tubes radiants.

[0012] En résumé, dans la pratique, avec de tels éléments radiants sous forme de tubes, plusieurs problèmes non négligeables sont donc rencontrés dont notamment la présence d'un gradient de température le long des tubes mais aussi le phénomène de rayonnement mutuel entre tubes successifs qui est responsable d'une perte de capacité de

chauffage du produit à traiter par chacun des tubes. Cette perte de capacité de chauffage est liée à la présence de nombreux tubes radiants dans les fours et au peu d'espace libre entre ces derniers. Il convient en effet de disposer de suffisamment de tubes pour atteindre une capacité de chauffage suffisante mais un grand nombre de tubes amplifie le phénomène de radiation mutuelle. Ceci se traduit par une dégradation du facteur de forme (ou facteur de vue) vers le produit à traiter (bande, ...) qui n'est dès lors pas optimal pour le chauffage par rayonnement. En effet, avec les éléments radiants connus de l'état de la technique, la fraction de la radiation émise par un élément/tube et interceptée par la surface d'un autre élément/tube n'est pas négligeable, ce qui se traduit par une faible valeur de facteur de vue vers le produit à traiter et par une valeur de facteur de vue élevée entre éléments radiants (tubes ou cassettes).

[0013] A noter que si une valeur de facteur de vue aussi grande que possible est souhaitable entre les éléments radiants (tubes ou boîtiers) et un élément à traiter, une valeur de facteur de vue aussi faible que possible est au contraire souhaitable entre des éléments radiants (tubes ou boîtiers) se succédant.

[0014] Afin de tenter de faire face à ces inconvénients, le document EP 1203921 propose un dispositif de chauffage indirect par rayonnement sous la forme d'une cassette radiante présentant une forme parallélépipédique. Plus spécifiquement, cette cassette renferme un canal de combustion dont une extrémité est reliée à un brûleur alimenté en comburant et en produit combustible par l'intermédiaire d'au moins deux injecteurs, l'autre extrémité du canal étant ouverte pour permettre une circulation des gaz de combustion. Une évacuation de ces gaz de combustion est prévue via une sortie de gaz de combustion présente à la surface de la cassette radiante. Avec un tel dispositif de chauffage selon le document EP 1203921, une flamme est développée dans un canal de combustion qui rayonne de la chaleur vers les parois du parallélépipède formé par la cassette, lesquelles parois rayonnent alors de la chaleur à leur tour vers les produits à traiter.

[0015] Par ailleurs, même si ce document antérieur décrit un dispositif de chauffage présenté comme ayant des performances accrues assurant une homogénéité de la température des parois rayonnantes de la cassette et un facteur de vue amélioré, il n'en demeure pas moins que des radiations mutuelles importantes entre les surfaces hautes et basses de deux cassettes parallélépipédiques successives posent problème tout comme c'est le cas avec les tubes radiants classiques.

[0016] L'invention a pour but de pallier au moins ce problème subsistant de l'état de la technique en procurant un dispositif de chauffage à la fois performant, c'est-à-dire présentant un facteur de vue optimisé entre boîtiers radiants et éléments à traiter (ici, l'optimisation cherche une augmentation de ce facteur de vue) qu'entre des boîtiers radiants successifs (ici, l'optimisation cherche une diminution de ce facteur de vue), et qui permet de minimiser significativement les radiations mutuelles essentiellement observées au niveau des parois de deux éléments (tubes ou boîtiers) radiants successifs se trouvant par exemple l'un au-dessus de l'autre dans un four de traitement thermique. Par ailleurs, l'invention a également pour objectif de procurer un dispositif de chauffage permettant d'améliorer l'homogénéité des températures des parois rayonnantes, ceci afin d'assurer un chauffage homogène des éléments à traiter.

[0017] Pour résoudre ce problème, il est prévu suivant l'invention, un dispositif de chauffage tel qu'indiqué au début caractérisé en ce que ledit boîtier radiant présente des parois frontales se joignant de façon que le boîtier présente, en section transversale, une forme lenticulaire présentant une corde C.

[0018] Pour un cercle, la notion de corde est définie comme étant un segment qui joint deux points du cercle, la corde qui passe par le centre du cercle étant le diamètre. Par analogie, pour la forme lenticulaire au sens de l'invention, il est entendu que la corde C est le segment qui coupe longitudinalement la forme lenticulaire en deux parties comme illustré à titre exemplatif en coupe transversale à la figure 3.

[0019] Par les termes « le boîtier présente, en section transversale, une forme lenticulaire », on entend, au sens de la présente invention, que le boîtier radiant comprend des parois frontales qui se rejoignent à au moins une extrémité de la corde C de la forme lenticulaire en formant une arête ou un léger-plat et non pas ni une surface plane comme ce serait le cas si le boîtier présentait une forme parallélépipédique, ni une surface courbe continue comme ce serait le cas si le boîtier présentait une forme elliptique.

[0020] Au sens de la présente invention, l'arête formée à l'endroit où se rejoignent les parois frontales du boîtier radiant (c'est-à-dire à au moins une extrémité de la corde C de la forme lenticulaire) peut présenter la taille d'un cordon de soudure, lequel peut, dans certains cas, être relativement large.

[0021] Au sens de la présente invention, les parois frontales peuvent présenter, en section transversale, au moins une partie courbe qui peut être précédée ou succédée par une ou plusieurs autres parties (facettes) rectilignes ou courbes, la succession de toutes ces parties formant une paroi frontale sensiblement et globalement lenticulaire. Il est prévu selon l'invention que les parois frontales puissent être formées uniquement d'éléments (parties) courbes ou uniquement d'éléments (parties ou facettes) rectilignes.

[0022] Au sens de la présente invention, selon une coupe transversale (section transversale), la forme lenticulaire, au contraire par exemple d'une forme elliptique, est une forme discontinue, c'est-à-dire une forme présentant au moins une « cassure angulaire » formant par exemple une extrémité angulaire, par exemple sous forme d'une intersection ou d'une pointe. Il ne s'agit donc certainement pas, au contraire d'une forme elliptique telle que divulguée dans le document FR1315564, d'une forme continue constituée par une infinité d'arcs de cercle et qui peut être obtenue comme une

enveloppe de la famille des cercles dont les diamètres sont les cordes à supports parallèles d'un cercle donné. De même, il ne s'agit certainement pas d'une courbe plane générée par un point se déplaçant de telle sorte que sa distance par rapport à un point fixe divisée par sa distance par rapport à une ligne fixe est une valeur constante positive inférieure à 1.

[0023] Par les termes « une source de chaleur », on entend, au sens de la présente invention, tout élément ou tout dispositif permettant un apport de chaleur au sein du boîtier radiant. A titre d'exemple, la source de chaleur peut se présenter sous la forme d'au moins un brûleur muni d'au moins un injecteur d'un produit combustible, d'au moins une entrée d'un comburant et d'au moins une sortie de gaz de combustion. La source de chaleur selon l'invention pourrait également se présenter sous la forme d'une résistance électrique ou sous toute autre forme.

[0024] Dans le cadre de la présente invention, il a été déterminé, qu'un tel boîtier radiant présentant, en section transversale, une forme lenticulaire permet de minimiser significativement les radiations mutuelles entre deux boîtiers successifs et d'optimiser le facteur de vue non seulement entre un ou plusieurs éléments radiants (boîtiers) et un ou plusieurs éléments à traiter (augmentation de la valeur du facteur de vue) mais aussi entre des éléments radiants (boîtiers) successifs (diminution de la valeur du facteur de vue).

[0025] Selon l'invention, la fraction de la radiation émise par chacun des boîtiers et étant interceptée par les produits à traiter est optimisée et améliorée par rapport aux dispositifs de l'état de la technique (valeur de facteur de vue augmentée) avec, en parallèle, une réduction de la valeur de facteur de vue entre deux boîtiers successifs. Ceci est particulièrement inattendu puisqu'il est évident que la forme idéale d'un élément radiant serait une fine surface plane parallèle au produit à traiter. En effet, une telle surface plane et continue d'un élément radiant permettrait d'assurer un transfert optimal de chaleur par rayonnement vers une autre surface qui lui serait parallèle ou du moins qui serait située en face. Or, le dispositif de chauffage selon l'invention se présente sous la forme d'un boîtier radiant dont les parois frontales se joignent de telle façon que le boîtier présente, en section transversale, une forme lenticulaire. En effet, le boîtier suivant l'invention présente des parois frontales sensiblement convexes qui se joignent à au moins une extrémité de la corde C de la forme lenticulaire en formant une arête : les parois frontales ne se joignent pas en formant pas une surface plane (comme ce serait le cas pour un boîtier radiant parallélépipédique) et ne se joignent pas en formant une courbure (comme ce serait le cas pour un boîtier radiant elliptique) mais bien une arête ou un léger plat.

[0026] En outre, il a été montré, dans le cadre de la présente invention, que le dispositif de chauffage suivant l'invention présente des performances accrues assurant une homogénéité de la température des parois rayonnantes du boîtier radiant, ceci en réduisant les puissances par mètre cube de volume par rapport aux tubes radiants classiques décrits plus haut mais aussi par rapport à la cassette radiante décrite dans le document EP 1203921.

[0027] De préférence, selon l'invention, le boîtier radiant présente une forme lenticulaire biconvexe. Dans le cadre de la présente invention, il a été déterminé qu'une telle forme lenticulaire biconvexe s'approche mieux des caractéristiques radiatives d'un élément radiant optimal qui serait une fine surface plane continue radiante.

[0028] En ce sens, avantageusement, les parois frontales du dispositif de chauffage selon l'invention se joignent à au moins une extrémité de la corde C de la forme lenticulaire en y formant par exemple une arête ou un léger plat. Comme indiqué ci-dessus, une telle jonction des parois frontales a été déterminée, dans le cadre de la présente invention, comme s'approchant au mieux des caractéristiques radiatives d'un élément radiant optimal qui serait une fine surface plane continue radiante. Il a en effet été déterminé qu'une telle jonction, conférant une forme lenticulaire biconvexe au dispositif de chauffage sous forme d'un boîtier radiant, est adéquate tant pour minimiser les radiations mutuelles entre boîtiers successifs que pour assurer un chauffage optimal des produits à traiter. Ce chauffage optimal des produits à traiter et cette minimisation des radiations mutuelles entre boîtiers successifs sont obtenus par optimisation des valeurs de facteurs de vue non seulement entre un élément radiant (boîtier) et un élément à traiter mais aussi entre des éléments radiants (boîtiers) successifs.

[0029] Préférentiellement, ladite forme lenticulaire selon une section transversale du boîtier selon l'invention présente un rayon principal de courbure R tel que le rapport entre ce rayon principal de courbure R et un pas P défini entre les deux centres de deux boîtiers successifs est supérieur à 0,5. Suivant l'invention, il a été déterminé qu'un tel rapport supérieur à 0,5 entre ce rayon principal de courbure R et le pas P défini entre deux boîtiers successifs est adéquat afin d'assurer un chauffage optimal par radiation, c'est-à-dire afin d'obtenir un facteur de vue adéquat tant entre un élément radiant (boîtier) et un élément à traiter mais aussi entre des éléments radiants (boîtiers) successifs, ceci se traduisant par une minimisation significative des radiations mutuelles entre deux boîtiers successifs.

[0030] Optionnellement, le dispositif de chauffage selon l'invention comprend au moins un élément interne de canalisation de flux de gaz et/ou de rigidification.

[0031] Selon un mode de réalisation suivant l'invention, ledit au moins un élément interne se présente sous la forme d'une plaque et/ou d'une structure, toute autre forme et/ou structure de ces éléments internes pouvant convenir étant couverte par la présente invention. Dans le cas d'un apport de chaleur par combustion, la présence d'au moins un élément interne, qu'il soit sous la forme d'une plaque ou autre, permet de canaliser le flux de gaz issu de la combustion si il est agencé pour constituer une séparation partielle ou totale entre la flamme et la/les partie(s) adjacente(s) à la zone de flamme du boîtier. Un tel élément permet également le développement de la combustion dans un/des canal/canaux

adjacent(s) et/ou assure un rôle de rigidification et de maintien du système en contenant les parois du boîtier radiant. Cet élément peut aussi permettre de maîtriser la déformation du dispositif de chauffage. Selon l'invention, la structure peut être une structure aussi simple qu'une tige.

[0032] Avantageusement, les parois frontales du dispositif de chauffage selon l'invention peuvent être profilées avec des ondulations de toute forme ou avec des créneaux de toute forme, ceci afin d'augmenter la surface d'échange du dispositif de chauffage suivant l'invention.

[0033] De préférence, dans le cas d'une source de chaleur par combustion, le dispositif de chauffage selon l'invention comprend un récupérateur de chaleur interne et/ou externe.

[0034] Préférentiellement, le récupérateur de chaleur interne ou externe du dispositif de chauffage selon l'invention est un échangeur régénératif de chaleur. Il est avantageux de prévoir un tel échangeur régénératif de chaleur qui permet un meilleur réchauffement du produit combustible et/ou du comburant de sorte à optimiser le rendement de la combustion réalisée dans le boîtier.

[0035] D'autres formes de réalisation du dispositif de chauffage suivant l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

[0036] L'invention a aussi pour objet un four pour le traitement thermique de produits, en particulier pour le traitement thermique de barres, de tubes, de bandes ou encore de pièces généralement métalliques ou en tout autre matériau comme notamment de la céramique, ledit four comprenant au moins un dispositif de chauffage selon l'invention.

[0037] D'autres formes de réalisation du four suivant l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

[0038] L'invention a aussi pour objet une utilisation d'un dispositif de chauffage selon l'invention pour le traitement thermique de barres, de tubes, de bandes ou encore de pièces généralement métalliques ou en tout autre matériau comme notamment de la céramique.

[0039] D'autres formes d'utilisation d'un dispositif de chauffage suivant l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

[0040] D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront de la description donnée ci-après, à titre non limitatif et en faisant référence aux dessins annexés.

La figure 1 est une représentation schématique en perspective d'un dispositif de chauffage selon l'invention.

La figure 2 est une représentation schématique selon une vue frontale d'un dispositif de chauffage selon l'invention.

La figure 3 est une représentation schématique selon une coupe transversale suivant l'axe III-III (tel qu'illustré à la figure 2) d'un dispositif de chauffage selon l'invention.

La figure 4 est une représentation schématique d'un four particulier comprenant des dispositifs de chauffage selon l'invention.

La figure 5 est une représentation schématique de deux dispositifs de chauffage selon l'invention qui sont placés les uns au-dessus des autres, comme c'est par exemple le cas dans un four suivant l'invention (tel que celui représenté à la figure 4).

La figure 6 est une représentation schématique d'un autre dispositif de chauffage selon l'invention.

[0041] Sur les figures, les éléments identiques ou analogues portent les mêmes références.

[0042] La figure 1 illustre, selon une vue en perspective, le dispositif de chauffage 1 suivant l'invention. Comme illustré, le dispositif de chauffage 1 se présente sous la forme d'un boîtier de forme lenticulaire (biconvexe) dans sa section transversale. Ce boîtier est composé de deux parois frontales 2, sensiblement convexes se joignant en leur partie haute et en leur partie basse, c'est-à-dire à chacune des extrémités de la corde C de la forme lenticulaire, en y formant une arête 3, 3'. Un emplacement 4, pour une source de chaleur, passe au travers d'une paroi latérale 5 du dispositif de chauffage 1 et une deuxième paroi latérale (non visible) ferme quant à elle l'extrémité du boîtier opposée à la paroi latérale 5 accueillant l'emplacement 4 pour une source de chaleur. Cette deuxième paroi latérale est reliée à un moyen d'accrochage et/ou de fixation 6 du boîtier lorsqu'il est placé dans un four.

[0043] La figure 2 est une vue latérale reprenant les mêmes éléments que ceux illustrés à la figure 1 où sont visibles des éléments internes 7 de canalisation de flux de gaz et/ou de renfort sous forme de plaques.

[0044] La figure 3 est vue en coupe selon l'axe III-III (tel qu'illustré à la figure 2) du dispositif de chauffage 1 se présentant sous la forme d'un boîtier de forme lenticulaire dans sa section transversale, cette forme lenticulaire présentant une flèche F et une corde C. Ce boîtier est composé de deux parois frontales 2, 2' sensiblement convexes se joignant en leur partie haute et en leur partie basse, c'est-à-dire à chacune des extrémités de la corde C de la forme lenticulaire, en y formant une arête 3, 3'. Le dispositif de chauffage 1 accueille un emplacement 4 pour une source de chaleur, ledit emplacement 4 présentant une section circulaire dans le mode de réalisation illustré.

[0045] En fonctionnement, lorsqu'un brûleur présent à l'emplacement 4 est alimenté en produit combustible et en comburant, une flamme se développe dans le dispositif de chauffage 1, c'est-à-dire dans le boîtier, de façon centrale selon le mode de réalisation illustré. Lorsque des éléments internes 7 de canalisation de flux de gaz et/ou de renfort sont présents, ils constituent par ailleurs un écran entre cette flamme centrale et les parties adjacentes au centre du

boîtier et permettent de canaliser le flux de gaz lié à la combustion.

[0046] La figure 4 est une représentation schématique d'un four particulier 8 comprenant une pluralité de dispositifs de chauffage 1, 1' suivant l'invention. Selon le mode de réalisation illustré, une bande métallique 9 défile dans le four en étant entraînée par des rouleaux de renvoi et de transport 10. La bande 9 est ainsi chauffée sur ses deux faces par chacun des dispositifs de chauffage 1, 1' en passant devant les faces frontales 2, 2' de ces derniers. De par la forme lenticulaire biconvexe du dispositif de chauffage 1, 1' selon l'invention, la bande métallique 9 est soumise à un chauffage homogène tout le long de son parcours dans le four 8, les radiations mutuelles entre boîtiers successifs 1, 1' étant significativement minimisées. Cette forme lenticulaire biconvexe des dispositifs de chauffage suivant l'invention permet, comme indiqué plus haut, d'optimiser les valeurs de facteurs de vue tant entre éléments radiants (boîtiers) et un élément

à traiter mais aussi entre des éléments radiants (boîtiers) successifs.

[0047] La figure 5 est une représentation schématique de deux dispositifs de chauffage 1, 1' qui sont placés les uns au-dessus des autres, comme c'est par exemple le cas dans un four 8 suivant l'invention. Comme on peut le constater, lorsque deux boîtiers 1, 1' successifs suivant l'invention sont placés les uns au-dessus des autres, seules des arêtes 3, 3' se font face, ce qui minimise significativement les radiations mutuelles entre ces mêmes boîtiers 1, 1' et ce qui optimise les facteurs de vue de chacun des dispositifs de chauffage 1, 1' selon l'invention.

[0048] En outre, suivant l'invention, il a été déterminé que, de façon préférée, le boîtier 1, 1' présente, en section transversale, une forme de lentille (forme lenticulaire) dont le rayon principal de courbure R est tel que le rapport entre ce rayon principal de courbure R et le pas P défini entre deux boîtiers 1, 1' successifs est supérieur à 0,5.

[0049] La figure 6 est une représentation schématique d'un autre dispositif de chauffage suivant l'invention présentant une forme lenticulaire au sens de l'invention dès lors que le boîtier 1 présente des parois frontales composée chacune de trois facettes $f_1', f_1'', f_1''' / f_2', f_2'', f_2'''$, ces parois se joignant de façon que le boîtier présente, en section transversale, une forme lenticulaire selon l'invention présentant une corde C. Plus particulièrement, les parois frontales se joignent à chacune des extrémités de la corde C du boîtier 1 tel que représenté à la figure 6 en y formant une arête (3, 3'). Ceci permet de minimiser significativement les radiations mutuelles entre boîtiers et d'optimiser les facteurs de vue des dispositifs de chauffage selon l'invention. Bien entendu, le dispositif de chauffage présenté à la figure 6 n'est qu'illustratif et un autre dispositif de chauffage selon l'invention pourrait présenter un nombre élevé de facettes formant globalement une paroi frontale de forme lenticulaire en section transversale suivant l'invention.

Exemples

Exemple 1 : comparaison de la puissance par mètre cube de volume de l'espace de combustion pour différents types d'éléments radiants

[0050] Des comparatifs ont été réalisés afin de déterminer la puissance par mètre cube de volume et par mètre carré de section de passage de flamme du dispositif de chauffage suivant l'invention par rapport aux tubes radiants classiques décrits plus haut mais aussi par rapport à la cassette radiante décrite dans le document EP 1203921. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Forme de l'élément radiant	Puissance du brûleur ¹	Espace de combustion			Puissance surfacique	Puissance volumique
		Diamètre / Dimension	Section	Volume		
		[mm]	[m ²]	[m ³]		
4 brins (W)	174	203	0,0324	0,243	5 370	716
3 brins (double P)	140	247	0,0479	0,203	2 923	690
Cassette EP1203921	130	104 x 740	0,0770	0,139	1 690	935
Lenticulaire	174	350 ²	0,0962	0,598	1 808	290
¹ puissance connectée						
² diamètre équivalent au centre du boîtier lenticulaire						

[0051] Comme on peut le constater, avec le boîtier de forme lenticulaire biconvexe dans sa section transversale selon l'invention, la puissance par mètre cube de volume de l'espace de combustion est significativement réduite par rapport à celles observées avec les tubes radiants et la cassette radiante de l'état de la technique. Ceci se traduit par une nette amélioration de l'homogénéité de température de la flamme et donc des parois rayonnantes. Un chauffage par radiation

significativement plus homogène est ainsi obtenu avec un dispositif de chauffage suivant la présente invention.

Exemple 2 : comparaisons des valeurs de facteur de vue pour des boîtiers radiants de forme lenticulaire et de forme elliptique

[0052] Des comparatifs ont été réalisés afin de déterminer les valeurs de facteurs de vue pour des boîtiers radiants de forme lenticulaire ou de forme elliptique présentant soit le même périmètre, soit la même surface. Afin de réaliser ces comparatifs, dans chacun des cas, la distance (le pas) entre deux boîtiers de forme lenticulaire ou entre deux boîtiers de forme elliptique successifs a été fixée à 1444 mm (voir dans le tableau ci-dessous).

[0053] Comme mentionné ci-dessus, pour pouvoir comparer les valeurs de facteurs de vue calculées, ont été considérés :

- un boîtier radiant de forme elliptique dont le périmètre, en coupe transversale, est identique à celui d'un boîtier de forme lenticulaire donné, et
- un boîtier radiant de forme elliptique dont la surface, en coupe transversale, est identique à celui d'un boîtier de forme lenticulaire donné.

[0054] Les valeurs de facteur de vue ont été calculées selon la méthode des cordes croisées bien connue de l'homme de métier.

[0055] Le tableau ci-dessous reprend les résultats obtenus par calcul :

Boîtier radiant de forme lenticulaire	Boîtier radiant de forme elliptique : périmètre, en coupe transversale, identique à celui du boîtier radiant de forme lenticulaire	Boîtier radiant de forme elliptique : surface, en coupe transversale, identique à celle du boîtier radiant de forme lenticulaire
Flèche : 177 mm	Demi petit axe : 177 mm	Demi petit axe : 177 mm
Corde : 1303 mm	Demi grand axe : 636,7 mm	Demi grand axe : 561 mm
Verticale (pas) : 1440 mm	Verticale (pas) : 1440 mm	Verticale (pas) : 1440 mm
Surface: 312001 mm ²	Surface : 354023 mm ²	Surface : 312001 mm ²
Demi-périmètre : 1366,2 mm	Demi-périmètre : 1366,2 mm	Demi-périmètre : 1239,3 mm
Facteur de vue boîtier à boîtier : 0,0384	Facteur de vue boîtier à boîtier : 0,0478	Facteur de vue boîtier à boîtier : 0,0419

[0056] Comme on peut le constater de ces comparatifs, pour une même distance entre boîtiers radiants successifs (1440 mm) présentant un même périmètre (2732,4 mm) ou une même surface (312001 mm²), une valeur moindre de facteur de vue entre boîtiers radiants successifs (0,0384) est observée pour des boîtiers radiants de forme lenticulaire selon l'invention en comparaison avec des boîtiers radiants de forme elliptique (facteur de vue de 0,0478 pour un même périmètre que celui du boîtier de forme lenticulaire et facteur de vue de 0,0419 pour une même surface que celle du boîtier de forme lenticulaire).

[0057] Un facteur de vue (de forme) optimisé est donc obtenu avec un dispositif de chauffage selon l'invention, ce qui permet de réduire de façon significative les radiations mutuelles entre boîtiers successifs. Par conséquent, avec un boîtier radiant de forme lenticulaire selon l'invention, le facteur de vue entre éléments radiants (boîtiers radiants) successifs est optimisé dès lors qu'il convient bien de minimiser ce facteur de vue, c'est-à-dire de minimiser le flux total de chaleur émis depuis une surface (S_1) d'un premier boîtier radiant et arrivant sur une surface (S_2) d'un deuxième boîtier radiant.

[0058] Il est bien entendu que la présente invention n'est en aucune façon limitée aux formes de réalisations décrites ci-dessus et que bien des modifications peuvent y être apportées sans sortir du cadre des revendications annexées.

Revendications

1. Dispositif de chauffage (1) indirect par rayonnement sous la forme d'un boîtier radiant présentant deux parois

frontales (2, 2') et deux parois latérales (5) et comprenant au moins une source de chaleur, ledit dispositif (1) étant **caractérisé en ce que** ledit boîtier radiant présente des parois frontales (2, 2') se joignant de façon que le boîtier présente, en section transversale, une forme lenticulaire présentant une corde C.

- 5 **2.** Dispositif de chauffage (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce lesdites parois frontales (2, 2') se joignent à au moins une extrémité de ladite corde C de ladite forme lenticulaire en y formant une arête ou un léger plat (3, 3').
- 10 **3.** Dispositif de chauffage (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ladite forme lenticulaire présente un rayon principal de courbure R tel que le rapport entre ce rayon principal de courbure R et un pas P défini entre les deux centres de deux boîtiers successifs (1, 1') est supérieur à 0,5.
- 15 **4.** Dispositif de chauffage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un élément interne (7) de canalisation de flux de gaz et/ou de rigidification.
- 20 **5.** Dispositif de chauffage (1) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** ledit au moins un élément interne (7) se présente sous la forme d'une plaque et/ou d'une structure.
- 25 **6.** Dispositif de chauffage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdites parois frontales (2, 2') dudit boîtier sont profilées avec des ondulations de toute forme ou avec des créneaux de toute forme.
- 30 **7.** Dispositif de chauffage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend, dans le cas d'une source de chaleur par combustion, un récupérateur de chaleur interne et/ou externe.
- 35 **8.** Dispositif de chauffage (1) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** ledit récupérateur de chaleur interne et/ou externe est un échangeur régénératif de chaleur.
- 40 **9.** Four (8) pour le traitement thermique de produits, en particulier pour le traitement thermique de barres, de tubes, de bandes ou encore de pièces généralement métalliques ou en tout autre matériau comme notamment de la céramique, ledit four (8) comprenant au moins un dispositif de chauffage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.
- 45 **10.** Utilisation, dans un four (8), d'un dispositif de chauffage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 pour le traitement thermique de barres, de tubes, de bandes ou encore de pièces généralement métalliques ou en tout autre matériau comme notamment de la céramique.

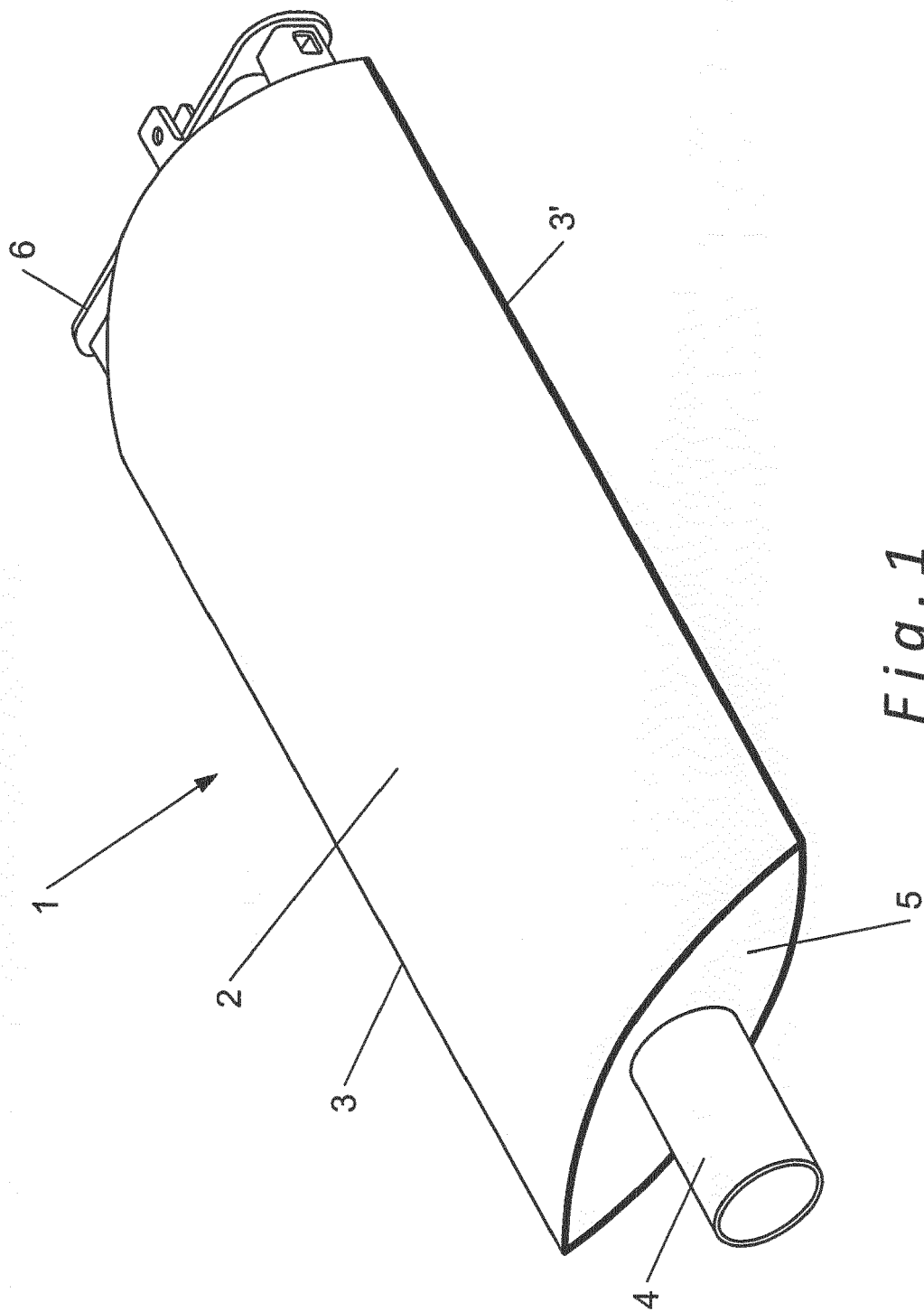


Fig. 1

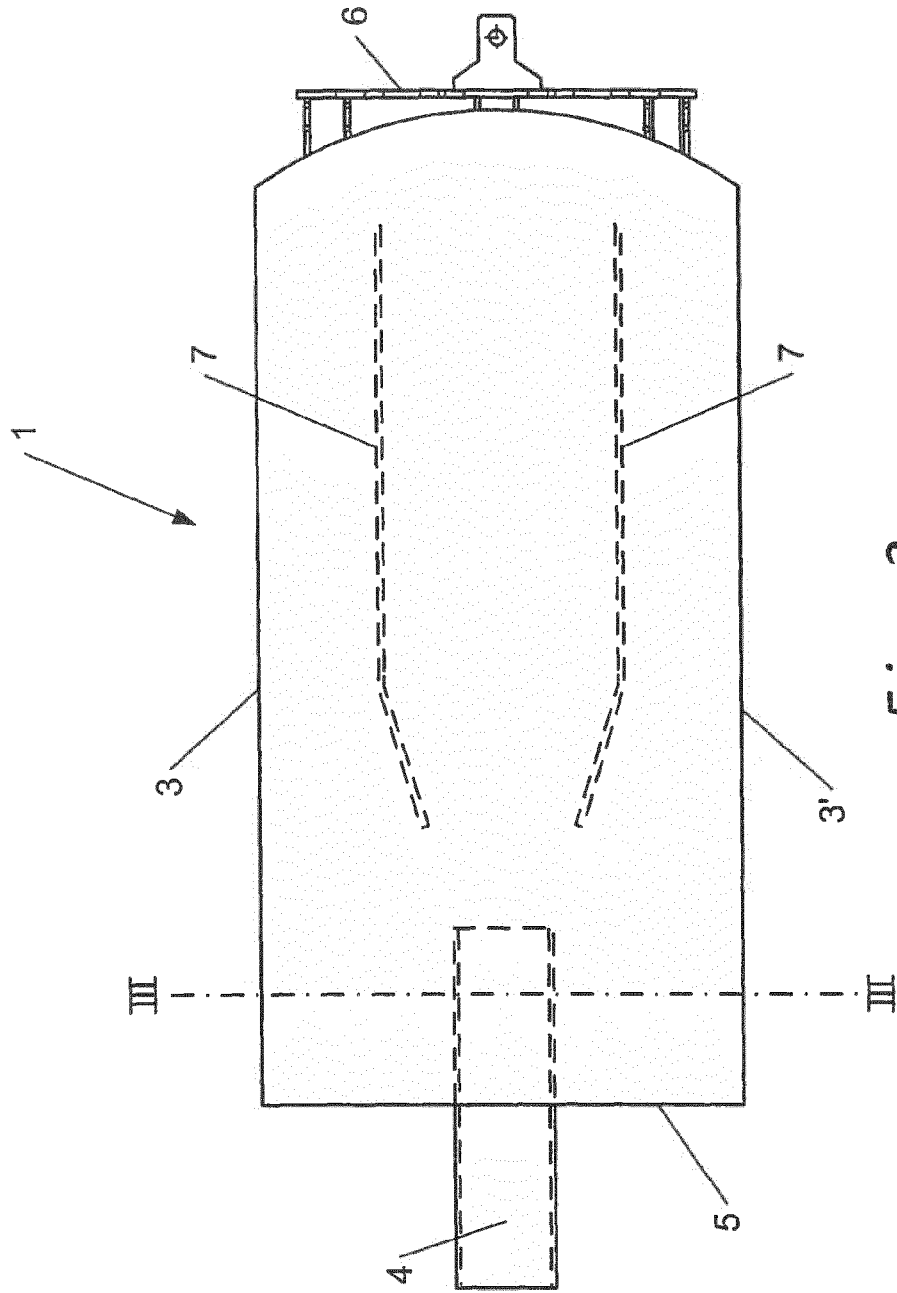


Fig. 2

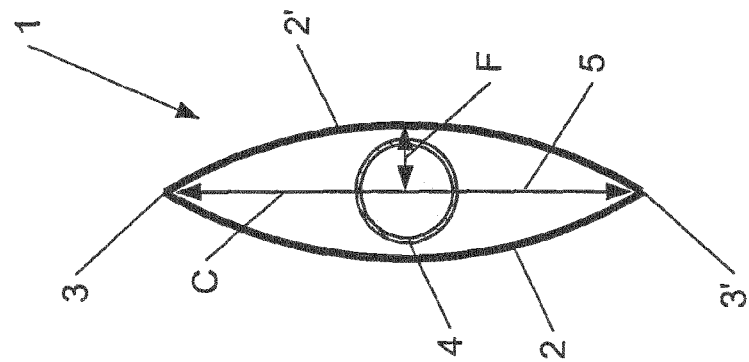


Fig. 3

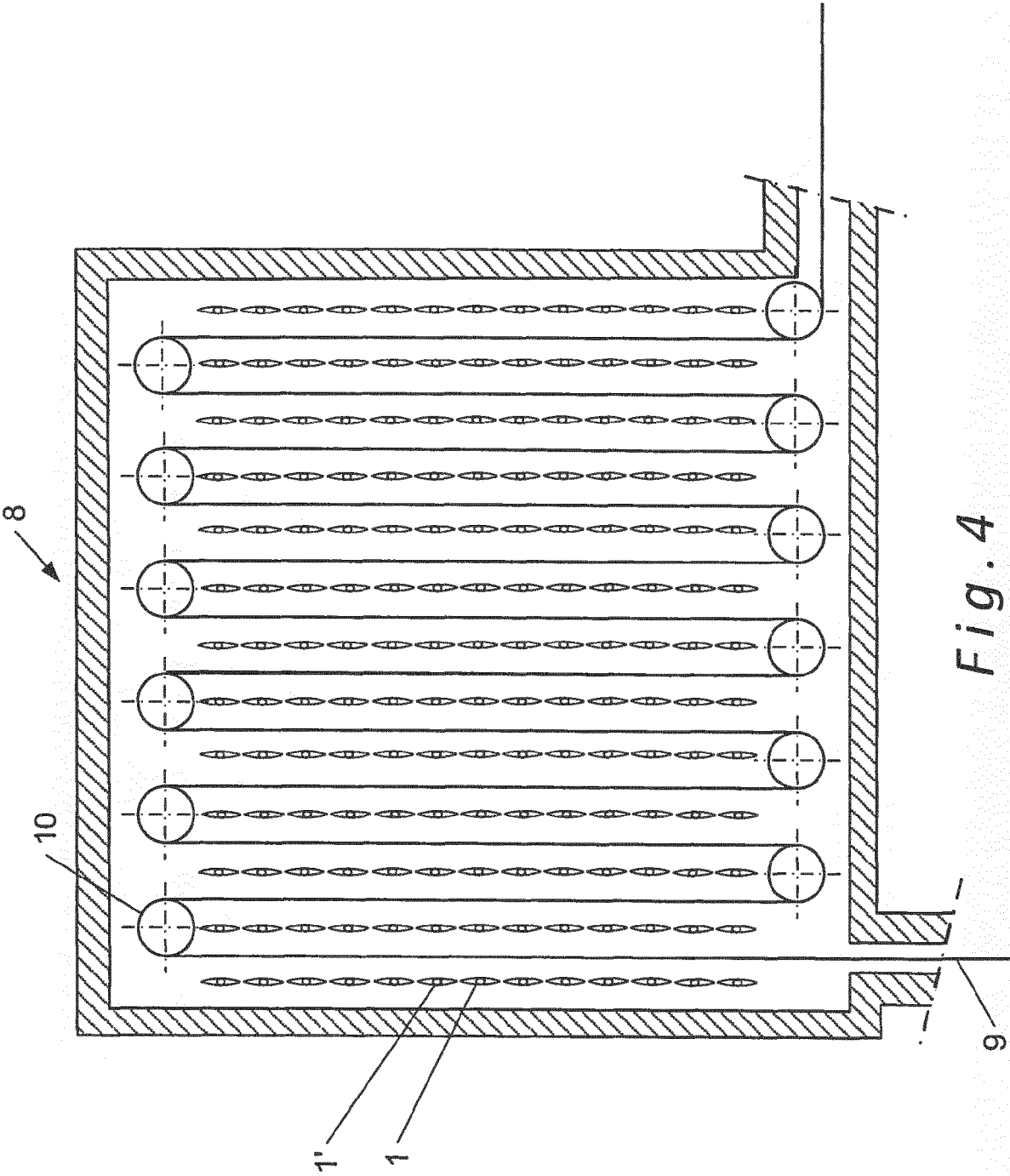


Fig. 4

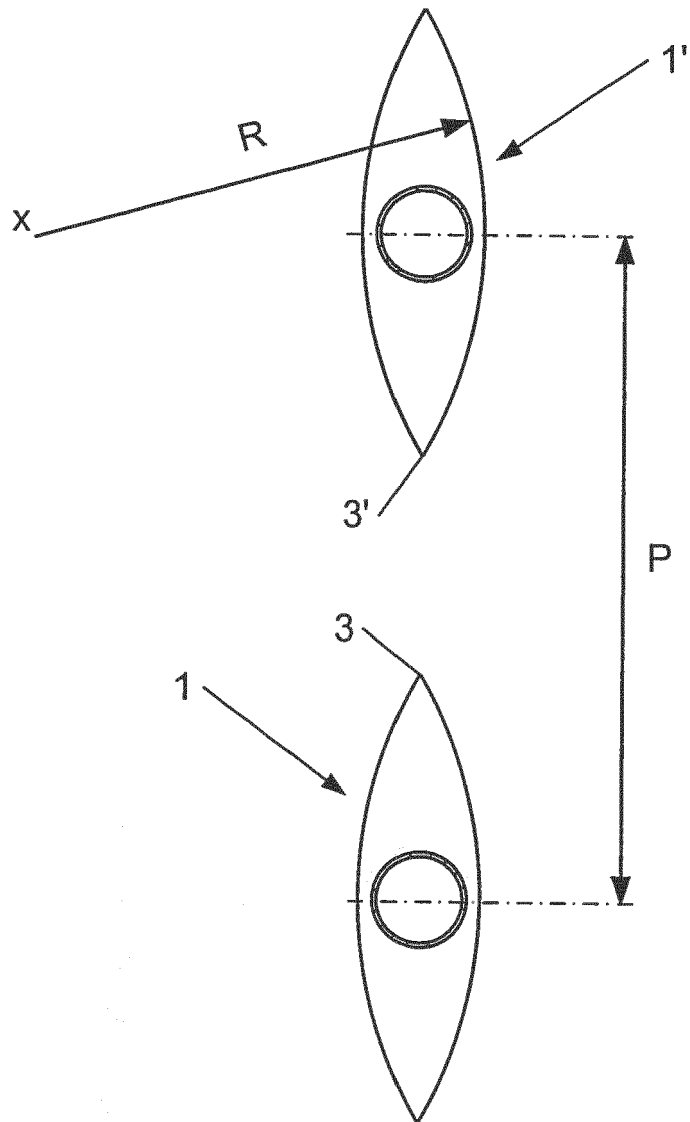


Fig. 5

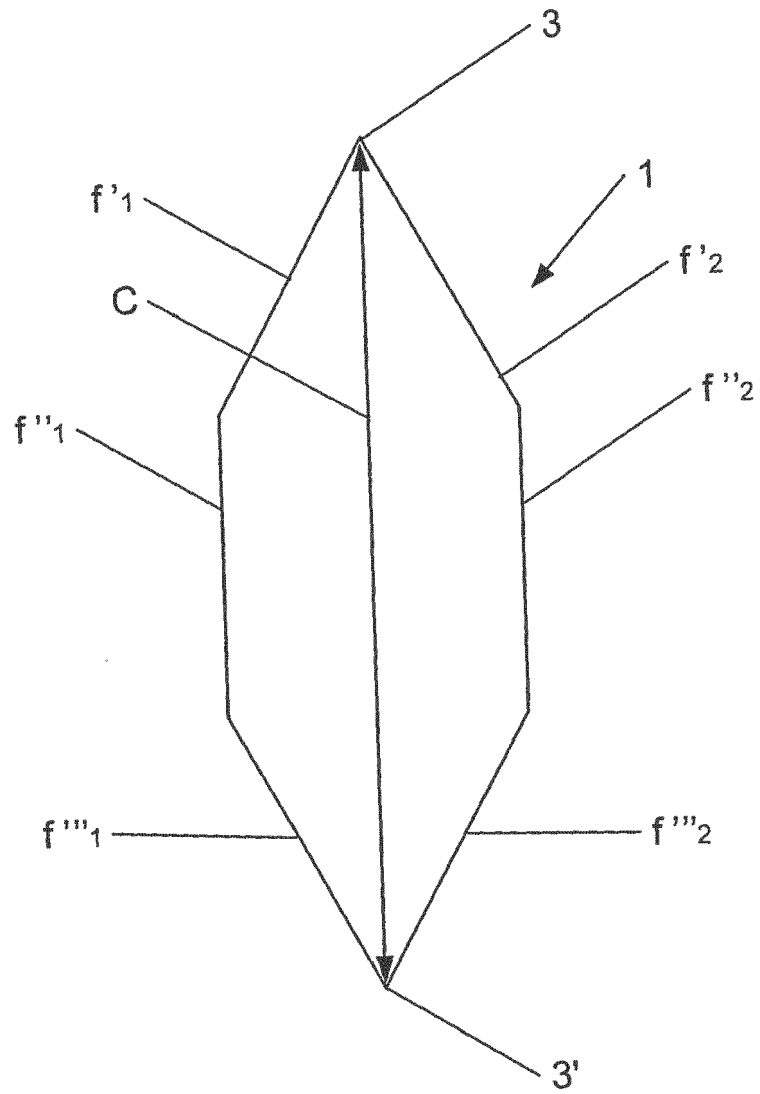


Fig. 6



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 17 0967

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	FR 1 315 564 A (HAZEN ENGINEERING COMPANY) 18 janvier 1963 (1963-01-18) * page 1, colonne 1, ligne 1 - ligne 25 * * page 1, colonne 2, ligne 35 - page 2, colonne 1, ligne 34 * * page 2, colonne 2, ligne 1 - ligne 9 * * figures 1, 2, 4 *	1-10	INV. F27B9/06 F27B9/36 F27D99/00
A	FR 861 541 A (ARMC SA) 11 février 1941 (1941-02-11) * page 2, colonne 1, ligne 25 - ligne 39 * * figure 3 *	1-10	
A	EP 0 801 265 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 15 octobre 1997 (1997-10-15) * revendication 17 *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F27B F27D F23C F23D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		17 octobre 2016	Jung, Régis
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 16 17 0967

5 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.

17-10-2016

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 1315564 A	18-01-1963	AUCUN	
FR 861541 A	11-02-1941	AUCUN	
EP 0801265 A2	15-10-1997	DE 69724843 D1	16-10-2003
		DE 69724843 T2	08-07-2004
		DE 69729906 D1	26-08-2004
		DE 69729906 T2	28-07-2005
		DE 69731240 D1	18-11-2004
		DE 69731240 T2	09-03-2006
		EP 0801265 A2	15-10-1997
		EP 1211459 A2	05-06-2002
		EP 1213535 A2	12-06-2002
		JP 3460441 B2	27-10-2003
		JP H09280516 A	31-10-1997
		US 6036476 A	14-03-2000
		US 6095798 A	01-08-2000
		US 6102691 A	15-08-2000

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

- FR 1315564 [0004] [0022]
- EP 1203921 A [0014] [0026] [0050]