(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 147 112***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **23 03111**

(51) Int Cl[8] : ***B 01 D 11/02*** *(2023.01), B 01 J 19/12*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 30.03.23.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 04.10.24 Bulletin 24/40.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

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

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *INNOVATION & DEVELOPMENT COMPANY Société par actions simplifiée* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** VANDENBUSSCHE Frédéric.

(73) **Titulaire(s) :** INNOVATION & DEVELOPMENT COMPANY Société par actions simplifiée.

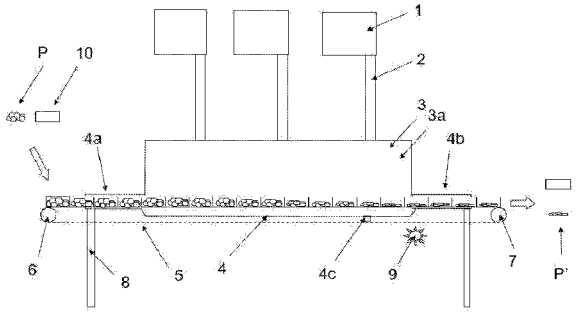
(74) **Mandataire(s) :** CABINET BEAU DE LOMENIE.

(54) Dispositif de chauffage à micro-ondes pour le traitement thermique en continu de produits organiques à l'état solide ou pâteux.

(57) Dispositif de chauffage à micro-ondes pour le traitement thermique en continu de produits organiques à l'état solide ou pâteux

L'invention concerne un dispositif de chauffage à micro-ondes pour le traitement thermique en continu de produits organiques à l'état solide ou pâteux, comprenant un système de convoyage (5) destiné à transporter les produits (P) à traiter, un tunnel d'extraction (3) qui est traversé de part en part par le système de convoyage et qui comprend un caisson (3a) étanche aux micro-ondes et à l'intérieur duquel débouche au moins un guide d'ondes (2) raccordé à un générateur de micro-ondes (1), un bac (4) positionné sous le système de convoyage au niveau de son caisson pour réceptionner et condenser des extraits issus du traitement thermique des produits après leur diffusion au travers du système de convoyage, et des boites d'extraction (10) positionnées de façon amovible sur le système de convoyage et dans lesquelles les produits à traiter sont destinés à être placés, chaque boîte d'extraction comprenant deux parois verticales latérales dont l'une au moins est munie d'un piège quart-d'onde.

Figure pour l'abrégé : Fig. 1.



FR 3 147 112 - A1

Description

Titre de l'invention : Dispositif de chauffage à micro-ondes pour le traitement thermique en continu de produits organiques à l'état solide ou pâteux

Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte au domaine général du traitement thermique par micro-ondes de produits organiques à l'état solide ou pâteux pour en obtenir des extraits à l'état liquide ou pour réaliser des opérations de séchage.

[0002] Un domaine d'application non limitatif de l'invention concerne l'extraction assistée par micro-ondes d'actifs (huiles essentielles, terpènes, volatils et non volatils) à partir de biomasse végétale.

Technique antérieure

[0003] Différents procédés d'extraction végétale en continu de matériaux solides ou pâteux par solvants sont connus. Généralement, ces procédés d'extraction de solides par des liquides fonctionnent sur le principe d'une extraction par solvant, avec des injections en co-courant ou à contre-courant sur le produit afin d'en récolter les extraits telles des huiles essentielles ou des actifs par percolation, diffusion ou immersion. Les dispositifs permettant le transport et le brassage du matériau sont réalisés, par exemple, à l'aide de convoyeurs à godets perforés, de tapis perforé, de vis sans fin ou de rotors verticaux alvéolés.

[0004] L'inconvénient principal de ces procédés est qu'il nécessite des temps d'extraction importants (de l'ordre de deux à huit heures) pour que le solvant agisse sur le produit et épuise la plante. Ces procédés nécessitent aussi l'emploi de quantités importantes de solvants alors que la réglementation restreint de plus en plus leur utilisation.

[0005] L'une des manières connues de remédier à cet inconvénient est d'utiliser des solvants très performants et neutres, tel le dioxyde de carbone à l'état supercritique, soit d'assister l'opération d'extraction à l'aide d'une énergie secondaire en ayant recours par exemple aux ultrasons ou aux micro-ondes.

[0006] Si les ultrasons sont efficaces pour déstructurer la matrice végétale, ils ne permettent qu'exceptionnellement un bon rendement d'extraction.

[0007] En revanche, les procédés d'extraction par micro-ondes permettent d'obtenir une libération très rapide des extraits, souvent de l'ordre de dix à trente minutes. Les micro-ondes sont en effet particulièrement efficaces car elles chauffent directement le produit à cœur. Par exemple, pour les matières végétales, les micro-ondes permettent d'entrainer les actifs hydrosolubles avec l'eau de la plante, d'éclater les poches d'huiles essentielles et de vaporiser l'eau de la plante qui entraine ces éléments volatils

(huiles essentielles). Les micro-ondes sont absorbées préférentiellement par des matériaux possédant des constantes diélectriques élevées, ce qui est le cas de l'eau contenu dans les matières biologiques et leurs tissus vasculaires et glandulaires.

[0008] On connaît ainsi de la publication FR 3,017,308 un dispositif et un procédé discontinu d'extraction par micro-ondes et ultrasons. On connaît également de la publication WO 2016/118034 un procédé d'extraction en continu par micro-ondes et ultrasons.

[0009] On connaît encore les publications EP 1,629,725 et FR 2,975,020 qui décrivent des procédés d'extraction sans solvant assistés par micro-ondes dans lesquels la vaporisation de l'eau contenue dans la plante permet d'entrainer les extraits. Ces procédés sont adaptés pour des extractions discontinues de petits volumes, par fournées. Ils ne sont en revanche pas adaptés pour des produits fragiles à faible valeur en actifs ou huiles essentielles.

[0010] L'inconvénient principal de ces procédés assistés par micro-ondes est qu'ils ne permettent de fonctionner qu'en discontinu par fournées ou en continu avec entrainement par vis, ce qui n'est adapté ni aux produits fragiles (par exemple aux fleurs ou aux feuilles fines), ni à ceux possédant une faible teneur en matières à extraire.

[0011] Pour palier un tel inconvénient, il a été proposé dans la publication FR 3,070,869 un dispositif et procédé d'extraction en continu de matières organiques solides ou pâteuses qui consiste à placer le produit à traiter sur un tapis disposant de créneaux permettant de constituer dans des chambres d'extraction relativement étanches lors de son exposition aux micro-ondes et la mise en pression partielle de vapeur tout au long du traitement thermique. Ces créneaux intégrant des pièges quart d'ondes métalliques permettent également d'assurer l'étanchéité aux micro-ondes dans les sas d'entrée et de sortie.

[0012] Dans cette invention, sous l'action du champ de micro-ondes, une fraction de l'eau contenue dans le produit à traiter se vaporise et entraine les molécules volatiles (huiles essentielles,...) alors qu'une autre fraction de l'eau contenue dans le produit à traiter (par exemple l'eau végétale) est extraite par effet mécanique sous forme liquide, en raison de la pression partielle de vapeur au cœur du produit (par exemple dans les cellules d'une plante). Le procédé selon cette invention permet d'évacuer les fractions liquides et vapeur des extraits au travers du produit à traiter et de son support pour récupérer la totalité des extraits vers un condenseur en un point bas. Ce procédé permet ainsi de récupérer par percolation et diffusion non seulement la fraction de molécules volatiles, mais aussi celles non volatiles.

[0013] Bien qu'efficace, ce dispositif d'extraction présente l'inconvénient de posséder des pièges quart d'ondes métalliques tout le long du tapis, ce qui engendre une masse importante du tapis et une mise en œuvre complexe de ce tapis.

[0014] On connait aussi le brevet FR3,070,395A1 qui met en œuvre le dispositif du brevet FR 3,070,869 et décrit le procédé dans lequel on obtient un extrait (huile essentielle) à partir de biomasse végétale.

[0015] On connait aussi la demande de brevet FR2203006 décrivant une solution caractérisée en ce que le dispositif comprend des sas d'étanchéité aux micro-ondes munis de pièges quart-d'onde, ce qui permet d'avoir un tapis lisse.

Exposé de l'invention

[0016] L'invention a pour objet de proposer un dispositif de chauffage à micro-ondes pour le traitement thermique en continu de produits organiques à l'état solide ou pâteux qui ne présente pas les inconvénients précités.

[0017] Ce but est atteint grâce à un dispositif de chauffage à micro-ondes pour le traitement thermique en continu de produits organiques à l'état solide ou pâteux comprenant :

- un système de convoyage destiné à transporter des produits à traiter,
- un tunnel de chauffe qui est traversé de part en part par le système de convoyage et qui comprend un caisson étanche aux micro-ondes et à l'intérieur duquel débouche au moins un guide d'ondes raccordé à un générateur de micro-ondes, et
- un bac positionné sous le système de convoyage au niveau de son caisson pour réceptionner et condenser des extraits issus du traitement thermique des produits après leur diffusion au travers du système de convoyage,
- le dispositif de chauffage comprenant en outre, conformément à l'invention, des boites d'extraction qui sont positionnées de façon amovible sur le système de convoyage et dans lesquelles les produits à traiter sont destinés à être placés, chaque boîte d'extraction comprenant deux parois verticales transversales dont l'une au moins est munie d'un piège quart-d'onde.

[0018] Le dispositif de chauffage selon l'invention est remarquable en ce que l'étanchéité aux micro-ondes s'effectue, non pas au niveau de créneaux positionnés sur une bande du système de convoyage ou au niveau de sas d'entrée et de sortie du tunnel de chauffe, mais au niveau de boites d'extraction mobiles dans lesquelles sont placés les produits à traiter. La mise en œuvre d'un tel dispositif de chauffage s'en trouve grandement simplifiée (notamment du fait du système de convoyage qui peut rester inchangée, de la simplification des sas d'entrée et sortie et de la possibilité d'interchangeabilité et de nettoyage des boites d'extraction).

[0019] De préférence, chaque piège quart-d'onde des boites d'extraction comprend une gorge périphérique de profondeur correspondant au quart de la longueur d'onde des micro-ondes émises par le guide d'ondes à un multiple de la longueur d'ondes près. La distance entre deux boites d'extraction adjacentes, et donc entre deux pièges quart

d'ondes, correspond ainsi au quart de la longueur d'onde des micro-ondes émises par le guide d'ondes (à un multiple de la longueur d'ondes près).

[0020] Dans ce cas, la gorge de chaque piège quart-d'onde renferme avantageusement un insert réalisé dans un matériau ayant une permittivité diélectrique relative inférieure à 10F/m et un indice de réfraction supérieur à 1.

[0021] Chaque piège quart-d'onde peut présenter une forme de V dont la pointe est dirigée vers le haut.

[0022] Chaque piège quart-d'onde est constitué avantageusement d'un matériau conducteur électriquement (par exemple de l'acier inoxydable).

Brève description des dessins

[0023] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue en coupe longitudinale d'un dispositif de chauffage selon un mode de réalisation de l'invention.

[0024] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue de dessus du dispositif de chauffage de la [Fig.1].

[0025] [Fig.3] La [Fig.3] montre en détails et partiellement la réalisation des boites d'extraction selon l'invention.

[0026] [Fig.4] La [Fig.4] montre en détails et en coupe longitudinale le passage des boites d'extraction dans le tunnel d'extraction.

[0027] [Fig.5] La [Fig.5] montre en détails et en coupe longitudinale le passage des boites d'extraction dans un sas d'étanchéité.

[0028] [Fig.6] La [Fig.6] est une vue de côté d'un dispositif de chauffage selon un autre mode de réalisation de l'invention.

Description des modes de réalisation

[0029] L'invention concerne l'extraction ou le séchage en continu de produits organiques se présentant à l'état solide ou à l'état pâteux au moyen d'un dispositif de chauffage à micro-ondes tel que celui représenté sur les figures 1 et 2.

[0030] Le dispositif de chauffage comprend notamment un système de convoyage 5 destiné à transporter des boites d'extraction 10 contenant les produits à traiter P selon une direction d'avance F. La vitesse d'avance du système de convoyage 5 est typiquement comprise entre 0 et 1 m/mn, et de préférence entre 0,1 et 0,5 m/mn. La largeur du système de convoyage 5 peut être comprise entre 100mm et 2m.

[0031] Le système de convoyage 5 est avantageusement constitué de bandes d'entrainement 5 entrainées par des rouleaux 6 dont un est motorisé avec une vitesse réglable. Ces bandes d'entrainement 5 sont réalisées dans un matériau transparent aux micro-ondes, par exemple en silicone, fibres de verre ou kevlar, afin qu'elle ne chauffe pas lorsqu'elle est exposée aux micro-ondes.

[0032] Le système de convoyage peut alternativement être constitué de simples cylindres métalliques sur lesquels les boites d'extraction glissent, leur mouvement étant obtenu

par une inclinaison verticale de l'ensemble.

[0033] Le système de convoyage peut aussi être réalisé par une succession de roues dentées venant engrener avec la face inférieure des boites d'extraction, ces boites d'extraction pouvant être fixées sur ce système et l'ouverture et fermeture des boites d'extraction pouvant être automatisés et inclure un système de nettoyage.

[0034] Le système de convoyage 5 traverse de part en part un tunnel d'extraction 3 dont la longueur dépend de la puissance désirée et du débit de produit à traiter (elle est généralement comprise entre 1m et 50m).

[0035] Le tunnel d'extraction 3 comprend un caisson 3a étanche aux micro-ondes et à l'intérieur duquel débouche au moins un guide d'ondes 2 raccordé à un générateur de micro-ondes 1.

[0036] Le caisson 3a est réalisé par exemple en matériau conducteur de type acier ou aluminium et il présente hauteur typiquement comprise entre 100 et 500mm de façon à ménager un volume suffisant entre l'arrivée des guides d'ondes 2 et le produit à traiter P présent sur le système de convoyage. Cette configuration permet que le champ électromagnétique se propage suivant de nombreux modes et parvienne de façon la plus homogène possible sur le produit P.

[0037] Dans l'exemple de réalisation des figures 1 et 2, le tunnel d'extraction 3 comprend trois guides d'ondes 2 régulièrement espacés le long du caisson et raccordés chacun à un générateur de micro-ondes 1. Bien entendu, d'autres configurations sont envisageables.

[0038] La partie basse du tunnel d'extraction 3 comprend en outre un bac 4 positionné sous le système de convoyage 5 au niveau du caisson 3 pour réceptionner et condenser les extraits issus du traitement thermique des produits P après leur diffusion au travers des fonds 10b des boites d'extraction 10.

[0039] A cet effet, ce bac 4 est étanche aux micro-ondes et est par exemple muni d'une double peau étanche destinée à recevoir un fluide froid de façon à provoquer la condensation de la phase vapeur et le refroidissement des extraits récoltés. Les extraits liquides obtenus sont ensuite évacués par un collecteur 4c disposé au point bas du bac 4.

[0040] Des boites d'extraction mobiles 10 sont destinées à recevoir le produit à traiter P. Elles sont disposées de façon jointive les unes à côté des autres dans le sens de la longueur du système de convoyage 5. Elles forment des chambres d'extraction.

[0041] Ces boites d'extraction 10 sont préférentiellement de la forme d'un parallélépipède rectangle, sont rigides et sont constituées dans un matériau transparent aux micro-ondes et étanches aux vapeurs et aux poussières, par exemple de type PTFE.

[0042] Ces boites d'extraction 10 sont constituées d'un couvercle amovible 10c plein et étanche et d'un fond 10b perforé pour laisser passer les extraits liquides obtenus. Ce

fond peut être réalisé en tissu, kevlar ou autre matériau transparent aux micro-ondes. Les perforations sont typiquement comprises entre 50μm et 20mm, et de préférence de l'ordre de 2mm et dépendent de la granulométrie du produit traité.

[0043] Ces boites d'extraction 10 ont une largeur L1 qui correspond à la largeur LEq du tunnel d'extraction 3 et des sas d'étanchéité d'entrée 4a et de sortie 4b de celui-ci, une hauteur h permettant d'obtenir un volume ciblé et correspondant à la hauteur des sas d'étanchéité 4a et 4b. Cette hauteur doit permettre une bonne pénétration du champ micro-ondes dans la masse du produit suivant la fréquence employée et est avantageusement comprise entre 5cm et 50cm.

[0044] Ces boites d'extraction 10 possèdent également des parois verticales rigides en matériau transparent aux micro-ondes de type PTFE, à savoir deux parois latérales parallèles entre elles et deux parois transversales parallèles entre elles et alignées avec la longueur du système de convoyage.

[0045] L'une des parois transversales (c'est-à-dire situées sur un petit côté de chaque boîte d'extraction) comprend un piège quart-d'onde 10a constitué d'une plaque métallique couvrant toute cette face et qui possède une gorge périphérique de largeur e préférentiellement comprise entre 1 et 10mm et de profondeur p correspondant au quart de la longueur d'onde des micro-ondes émises par le guide d'ondes à un multiple de la longueur d'ondes près (c'est-à-dire h L1 = $\lambda/4 + k\,\lambda$ avec λ pour la longueur d'ondes et k un nombre entier), soit par exemple 3,05cm pour une fréquence micro-ondes de 2450MHz.

[0046] Par ailleurs la longueur L1 des boites d'extraction 10, correspond à la distance entre deux pièges quart-d'onde 10a adjacents dans l'hypothèse où les boites d'extraction sont disposées de façon jointive sur le système de convoyage 5. Cette longueur L1 correspond au quart de la longueur d'onde des micro-ondes émises par le ou les guides d'ondes 2 à un multiple de la longueur d'ondes près (c'est-à-dire : $L1 = \lambda/4 + n\,\lambda$ avec λ pour la longueur d'ondes et n un nombre entier).

[0047] Pour un champ micro-ondes ayant une fréquence 2450MHz, la distance L entre deux pièges quart-d'onde 10a adjacents est par exemple de 76mm, 138mm, 199mm, 260mm ou 320mm.

[0048] Chaque boite d'extraction 10 permet d'éviter à la vapeur extraite lors de la chauffe des produits sous l'action des micro-ondes, de se diffuser à l'intérieur du tunnel d'extraction 3. La paroi est étanche à la vapeur et transparente aux micro-ondes.

[0049] Selon l'invention, l'étanchéité aux fuites de micro-ondes en entrée et en sortie du tunnel d'extraction 3 est assurée par les boites d'extraction 10 mobiles et leur pièges quart-d'onde 10a.

[0050] Les sas d'étanchéité d'entrée 4a et de sortie 4b permettent de confiner les micro-ondes à l'intérieur du tunnel d'extraction 3.

[0051] La longueur des sas d'étanchéité doit permettre de recevoir en même temps quatre boites d'extraction et sont par exemple d'une longueur de 1,5m pour une fréquence de 2450MHz.

[0052] Les dimensions des sas d'étanchéité doivent permettre de maintenir un jeu non nul par rapport aux boites d'extraction 10, d'une part avec les parois (non représentées sur les figures) des sas d'étanchéité, entre le fond et le système de convoyage 5 et entre les couvercles 10c des boites d'extraction et la face supérieure des sas d'étanchéité.

[0053] Le fonctionnement des pièges quart-d'onde 10a ainsi décrit est le suivant. Les ondes provenant du tunnel d'extraction 3 et pénétrant à l'intérieur du sas d'étanchéité d'entrée 4a ou du sas d'étanchéité de sortie 4b vont pour la grande majorité d'entre elles se réfléchir sur le premier piège quart-d'onde 10a rencontré dans le sas d'étanchéité et revenir dans la cavité du tunnel de chauffe.

[0054] La fraction des ondes qui parvient à passer par le jeu entre le premier créneau rencontré et la paroi métallique du sas d'étanchéité, se trouve en majeure partie réfléchie par le piège quart-d'onde suivant et revient au niveau du premier piège quart-d'onde.

[0055] La distance L1 entre ces deux pièges quart-d'onde étant égale à un multiple de la longueur d'ondes additionné du quart de celle-ci, les ondes réfléchies parcourent une distance 2L1 et se retrouvent déphasées d'une demi-longueur d'ondes avec l'onde incidente au niveau du premier piège quart-d'onde. Ainsi, les ondes incidentes et réfléchies se retrouvent en opposition de phase et s'annulent, ce qui permet d'assurer une étanchéité aux micro-ondes en entrée et en sortie du tunnel d'extraction.

[0056] D'autre part une partie de l'onde circulant entre la paroi du sas d'étanchéité et le piège quart-d'onde 10a sera dirigée vers la gorge périphérique de ce piège quart-d'onde. De la sorte, les ondes réfléchies au fond de la gorge parcourent une distance égale à deux fois celle de la profondeur p et se retrouvent déphasées d'une demi-longueur d'ondes à l'entrée de la gorge par rapport à l'onde incidente. Les ondes incidentes et réfléchies se retrouvent ainsi en opposition de phase et s'annulent. La présence d'une telle gorge constitue donc un deuxième piège quart-d'onde.

[0057] Selon une disposition avantageuse de cette variante de réalisation, la gorge des pièges quart-d'onde 10a peut renfermer un insert réalisé dans un matériau ayant une permittivité diélectrique relative de préférence inférieure à 10 F/m et un indice de réfraction supérieur à 1 de façon à diminuer la longueur d'ondes du champ de micro-ondes, et donc le chemin à parcourir et la profondeur de la gorge.

[0058] Par exemple, l'insert peut être réalisé en polyéthylène haute ou basse densité, en PEHD, PTFE, en polypropylène ou en tout autre matériau de caractéristique équivalente.

[0059] Dans une autre variante de réalisation du piège quart-d'onde 10a représentée par la

[Fig.3], celui-ci présente une forme de V dont la pointe est dirigée vers le haut. D'autres formes peuvent bien entendu être envisagées.

[0060] Plus précisément, dans ce mode de réalisation, le sas d'étanchéité d'entrée 4a et de sortie 4b sont couplés à un détecteur de présence des boites d'extraction 10 sur le système de convoyage 5 qui est apte à activer les guides d'ondes 2 du tunnel d'extraction 3.

[0061] De plus, chaque piège quart-d'onde 10a peut être avantageusement inclus dans la paroi transversale de la boîte d'extraction par moulage dans un matériau transparent aux micro-ondes émises par le guide d'ondes et étanche aux vapeurs et aux poussières (par exemple du PTFE).

[0062] En pénétrant dans les sas d'entrée ou de sortie, les pièges quart-d'onde situés sur les boites permettent d'annuler les fuites d'ondes en dehors du dispositif de chauffage. Pour ce faire la hauteur de passage des sas doit correspondre à la hauteur des créneaux (et donc des boites) tout en laissant un léger jeu pour leur passage en évitant leur frottement.

[0063] La cavité d'extraction peut comprendre en outre des moyens récupérer les extraits et l'eau issus du traitement des produits.

Revendications

[Revendication 1] Dispositif de chauffage à micro-ondes pour le traitement thermique en continu de produits organiques à l'état solide ou pâteux, comprenant :

- un système de convoyage (5) destiné à transporter les produits (P) à traiter,
- un tunnel d'extraction (3) qui est traversé de part en part par le système de convoyage (5) et qui comprend un caisson (3a) étanche aux micro-ondes et à l'intérieur duquel débouche au moins un guide d'ondes (2) raccordé à un générateur de micro-ondes (1), et
- un bac (4) positionné sous le système de convoyage au niveau de son caisson pour réceptionner et condenser des extraits issus du traitement thermique des produits après leur diffusion au travers du système de convoyage,
- caractérisé en ce qu'il comprend en outre des boites d'extraction (10) qui sont positionnées de façon amovible sur le système de convoyage et dans lesquelles les produits à traiter sont destinés à être placés, chaque boîte d'extraction comprenant deux parois verticales transversales dont l'une au moins est munie d'un piège quart-d'onde (10a).

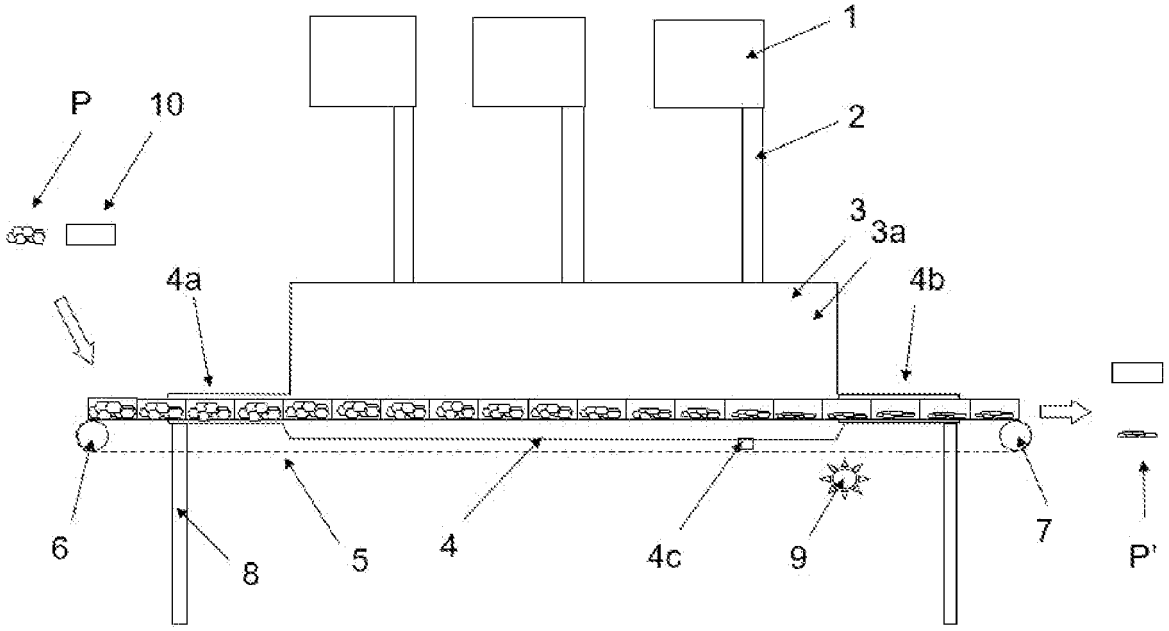
[Revendication 2] Dispositif de chauffage selon la revendication 1, dans lequel chaque piège quart-d'onde (10a) des boites d'extraction comprend une gorge périphérique de profondeur (p) correspondant au quart de la longueur d'onde des micro-ondes émises par le guide d'ondes à un multiple de la longueur d'ondes près.

[Revendication 3] Dispositif de chauffage selon la revendication 2, dans lequel la gorge de chaque piège quart-d'onde (10a) renferme un insert réalisé dans un matériau ayant une permittivité diélectrique relative inférieure à 10F/m et un indice de réfraction supérieur à 1.

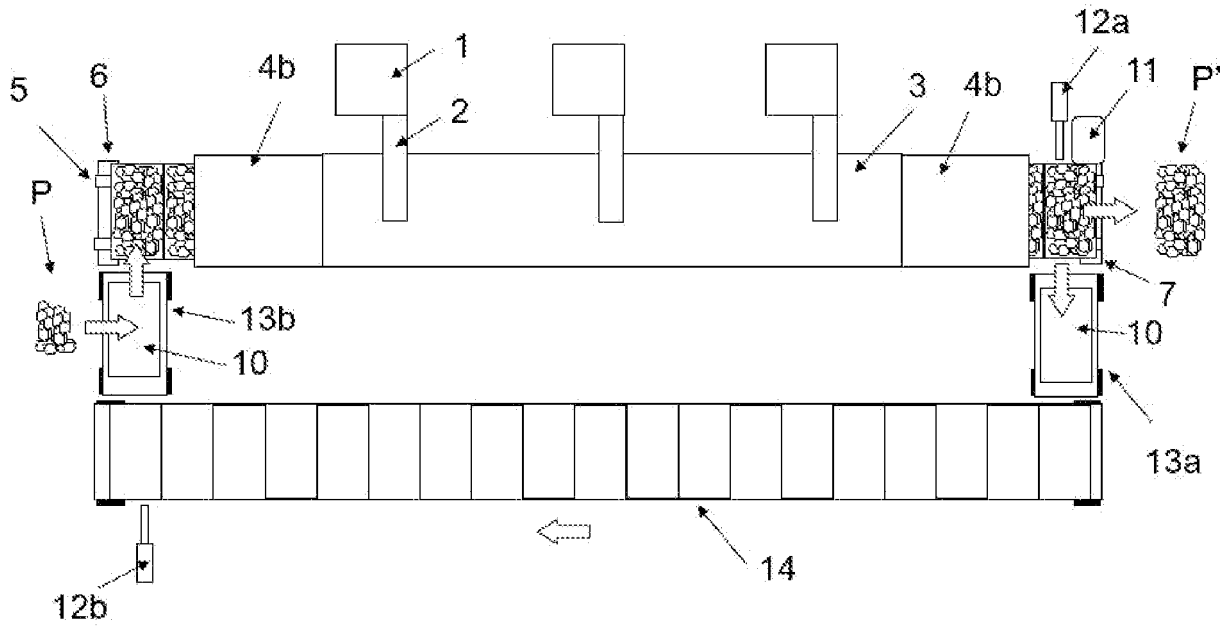
[Revendication 4] Dispositif de chauffage selon l'une des revendications 2 et 3, dans lequel chaque piège quart-d'onde (10a) présente une forme de V dont la pointe est dirigée vers le haut.

[Revendication 5] Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans lequel chaque piège quart-d'onde (10a) est réalisé dans un matériau conducteur électriquement.

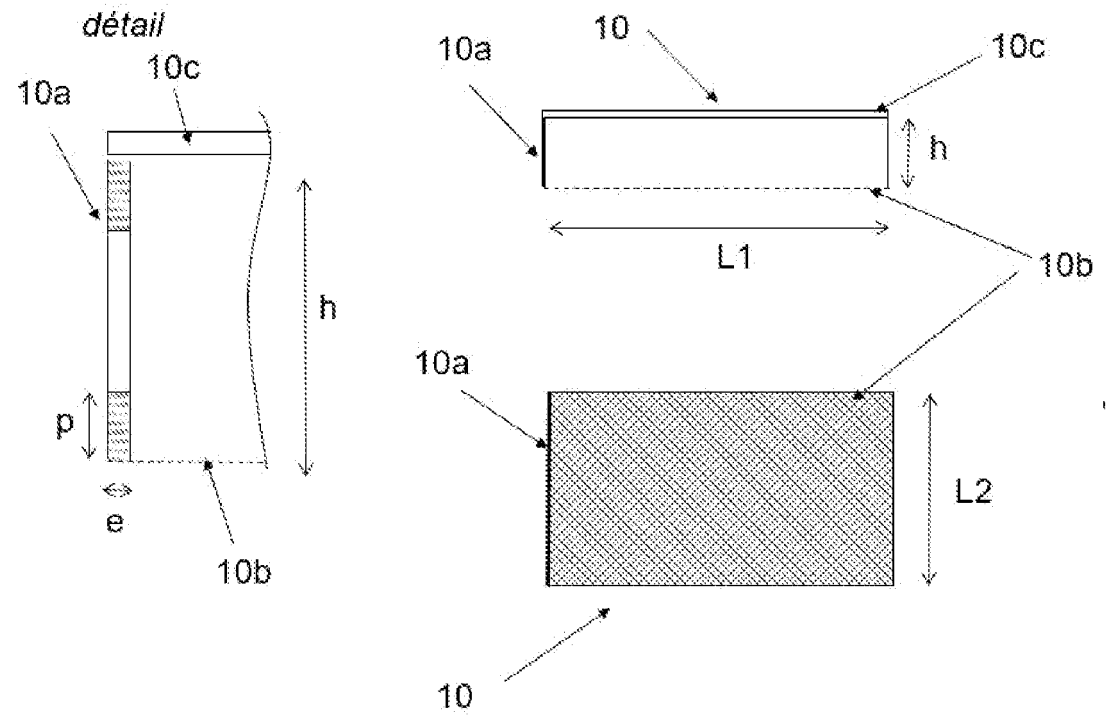
[Fig. 1]


1
P
10
2
3
3a
4a
4b
6
8
5
4
4c
9
7
P'

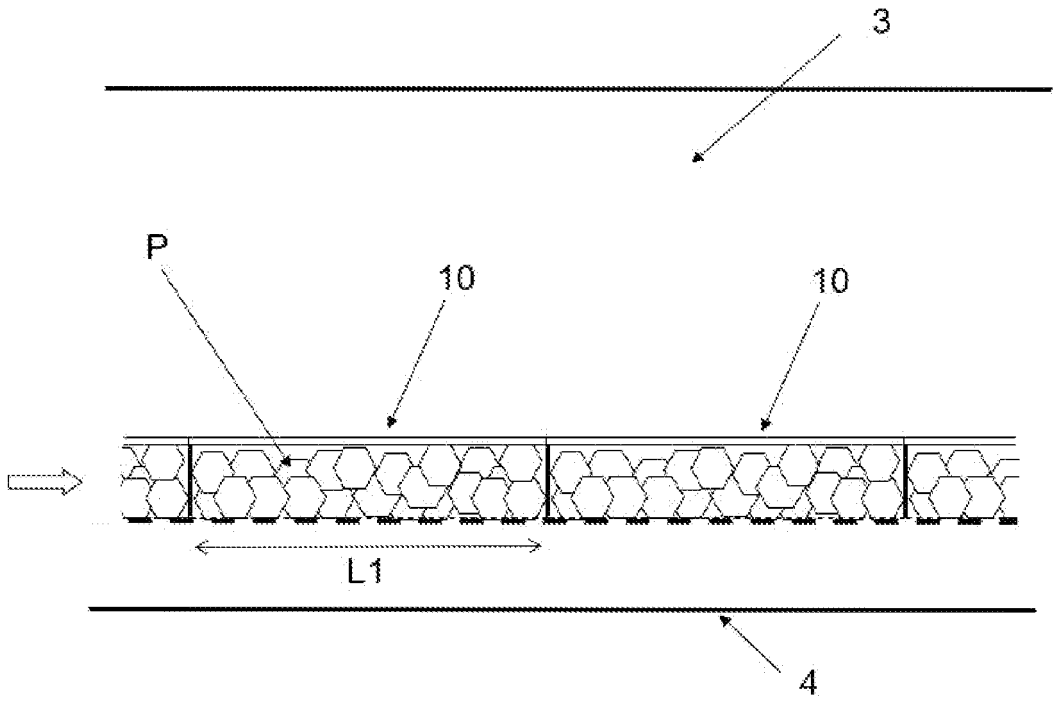
[Fig. 2]


12a
1
5
6
4b
2
3
4b
11
P'
P
7
13b
10
10
13a
14
12b

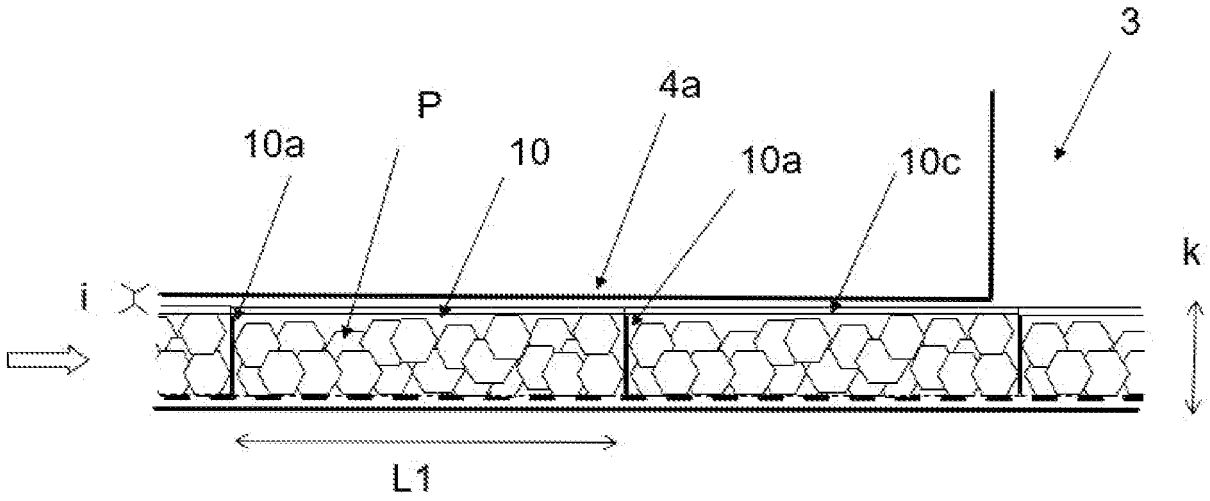
[Fig. 3]



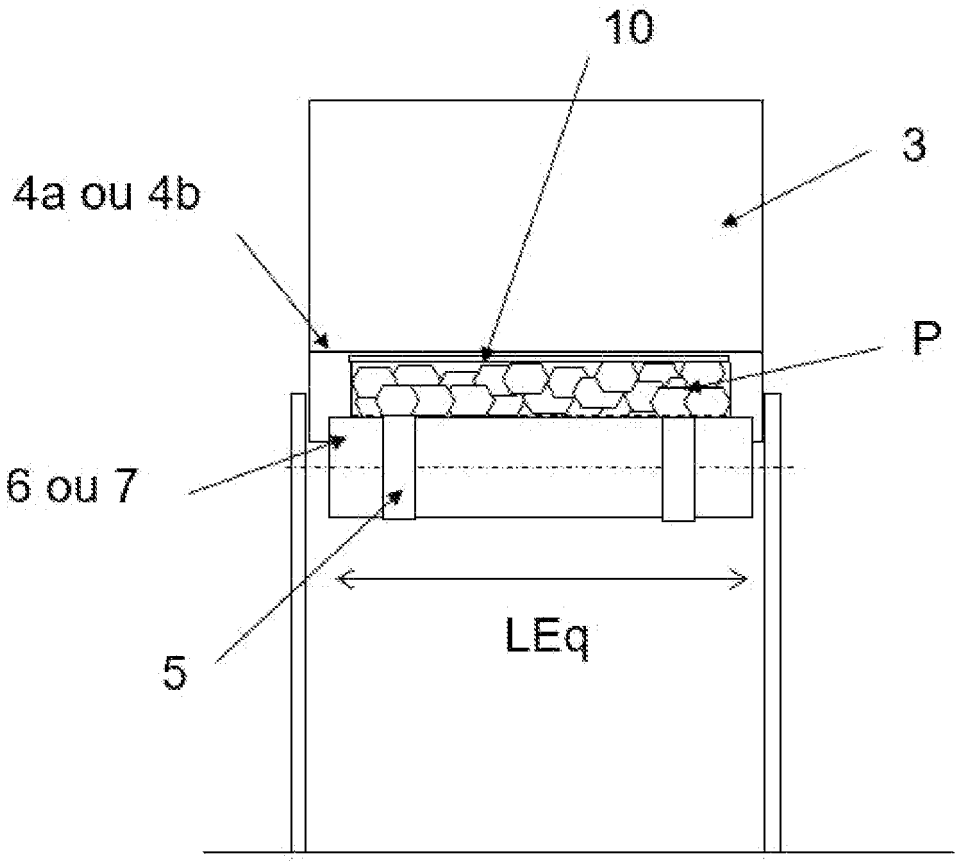
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 917717
FR 2303111

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A,D	FR 3 070 869 A1 (IDCO [FR]) 15 mars 2019 (2019-03-15) * page 1, ligne 4 - ligne 13 * * page 5, ligne 26 - page 6, ligne 24 * * page 8, ligne 18 - page 9, ligne 18 * * figures 1-3 *	1-5	B01D 11/02 B01J 19/12
A	US 4 808 782 A (NAKAGAWA YOSHIHIRO [JP] ET AL) 28 février 1989 (1989-02-28) * figure 1 * * colonne 3, ligne 4 - ligne 37 * * colonne 3, ligne 63 - colonne 4, ligne 5 * * colonne 11, ligne 36 - ligne 56 *	1	
A	US 2007/068939 A1 (HARRIS GEORGE M [US]) 29 mars 2007 (2007-03-29) * alinéa [0049]; figure 6 *	1-5	
A	US 2014/161680 A1 (KANTOR STEVEN L [CA] ET AL) 12 juin 2014 (2014-06-12) * alinéas [0048] - [0052], [0096]; figures 1-4 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B01D B01J
A	FR 3 126 320 A1 (INNOVATIONS TECH FORMATIONS CONSEILS [FR]) 3 mars 2023 (2023-03-03) * alinéa [0036]; figure 1 *	1	F26B H05B

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
6 octobre 2023	Mougey, Maurice

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2303111 FA 917717

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **06-10-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3070869 A1	15-03-2019	AUCUN	
US 4808782 A	28-02-1989	AU 606628 B2	14-02-1991
		CA 1285370 C	02-07-1991
		DK 618387 A	27-05-1988
		EP 0269073 A1	01-06-1988
		US 4808782 A	28-02-1989
US 2007068939 A1	29-03-2007	AUCUN	
US 2014161680 A1	12-06-2014	CA 2741882 A1	01-12-2012
		CN 103596906 A	19-02-2014
		DK 2729432 T3	17-08-2020
		EP 2729432 A1	14-05-2014
		US 2014161680 A1	12-06-2014
		WO 2012162837 A1	06-12-2012
FR 3126320 A1	03-03-2023	FR 3126320 A1	03-03-2023
		WO 2023031274 A1	09-03-2023

EPO FORM P0465