(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 4 042 084 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
03.07.2024 Bulletin 2024/27

(21) Numéro de dépôt: **20733633.0**

(22) Date de dépôt: **23.06.2020**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F26B 17/20 *(2006.01)* ***F26B 23/06*** *(2006.01)*
F27B 9/06 *(2006.01)* ***F27B 9/24*** *(2006.01)*
F27B 9/36 *(2006.01)* ***F27D 3/08*** *(2006.01)*
F27D 11/02 *(2006.01)* ***F26B 3/24*** *(2006.01)*

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F27B 9/36; F26B 3/24; F26B 17/20; F26B 23/06; F27B 9/063; F27B 9/065; F27D 3/08; F27D 11/02; F26B 2200/02

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2020/067397

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2021/069111 (15.04.2021 Gazette 2021/15)

(54) **DISPOSITIF DE TRAITEMENT THERMIQUE D'UN PRODUIT COMPRENANT AU MOINS UN ELEMENT CHAUFFANT ET PROCEDE CORRESPONDANT**

VORRICHTUNG ZUR WÄRMEBEHANDLUNG EINES PRODUKTES MIT MINDESTENS EINEM HEIZELEMENT UND ENTSPRECHENDES VERFAHREN

DEVICE FOR HEAT TREATMENT OF A PRODUCT COMPRISING AT LEAST ONE HEATING ELEMENT AND CORRESPONDING METHOD

(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: **08.10.2019 FR 1911157**

(43) Date de publication de la demande:
17.08.2022 Bulletin 2022/33

(73) Titulaire: **E.T.I.A.-Evaluation Technologique, Ingenierie et Applications**
60201 Compiegne (FR)

(72) Inventeurs:
- **LEPEZ, Olivier**
  83270 Saint-Cyr-Sur-Mer (FR)
- **SAJET, Philippe**
  60610 Lacroix Saint-Ouen (FR)

(74) Mandataire: **Cabinet Boettcher et al**
5, rue de Vienne
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 3 048 161
JP-A- H07 239 184
US-A- 5 869 810
US-A1- 2005 166 844

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 4 042 084 B1

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif de traitement thermique.

[0002] La présente invention concerne également un procédé pour traiter thermiquement un produit mis en oeuvre par un tel dispositif.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

[0003] Les dispositifs de traitement thermique couramment utilisés dans l'industrie comprennent en général un organe de transfert et un moyen chauffant réalisant le traitement thermique.

[0004] La présente demanderesse a ainsi proposé dans son brevet EP 2 218 300 un dispositif de traitement thermique comportant une enceinte et des moyens de convoyage du produit entre l'entrée de l'enceinte et la sortie de l'enceinte qui comprennent une vis montée pour tourner dans l'enceinte selon un axe géométrique de rotation et des moyens d'entraînement en rotation de la vis. Le dispositif comporte en outre des moyens de chauffage de la vis par effet Joule. Les documents US 5 869 810 A, US 2005/166844 A1, EP 3 048 161 A1 et JP H07 239184A divulguent également des dispositifs de traitement thermique.

[0005] Le produit à traiter est usuellement introduit à l'entrée de l'enceinte sous forme de solides divisés. La vis pousse de façon continue le produit vers la sortie de l'enceinte. Du fait de la température de la vis, le produit est chauffé au fur et à mesure de sa progression ce qui permet son traitement thermique.

[0006] Ce type de dispositif permet ainsi efficacement de traiter tout type de produit.

[0007] Néanmoins un tel agencement ne permet pas toujours d'envisager un traitement thermique à hautes températures. La présente demanderesse a alors proposé dans son brevet EP 2 218 300 d'avoir une enceinte présentant des parois internes en matériau réfractaire, la vis constituant un moyen de chauffage des parois internes de sorte que lesdites parois internes constituent elles-mêmes des moyens de chauffage par rayonnement des solides divisés qui progressent dans l'enceinte.

[0008] Dès lors le produit est chauffé par la vis et par les parois internes ce qui permet de travailler le produit à plus hautes températures.

[0009] Néanmoins la vis ne doit pas être elle-même portée à des températures trop importantes au risque sinon d'être endommagée.

[0010] Si le traitement thermique d'un produit entraîne à la fois la production d'un gaz mais également de résidus, ceux-ci vont avoir tendance à refroidir la vis sur tout le long de l'enceinte ce qui limite une montée en température trop importante de la vis.

[0011] Néanmoins si le traitement thermique n'entraîne pas ou peu de production de résidus, le produit ne peut plus refroidir la vis à mesure que l'on se rapproche de la sortie de l'enceinte et que le produit est transformé en gaz.

[0012] En conséquence pour protéger la vis il est connu d'agencer un capteur de température au niveau de la sortie de l'enceinte et de couper momentanément l'alimentation électrique de la vis lorsque la température fournie par le capteur dépasse une température de consigne, le temps pour la vis de refroidir.

[0013] L'inconvénient est que la portion de la vis au niveau de la sortie de l'enceinte est également celle qui est la plus longue à refroidir. En conséquence, l'alimentation électrique n'est pas toujours relancée assez rapidement pour que la portion de vis en début d'enceinte soit suffisamment chaude pour assurer le traitement thermique du produit.

[0014] Ceci à tendance à entraîner une accumulation de produit non transformé dans l'enceinte et donc un blocage de la vis. C'est notamment le cas lorsque le produit solide et divisé au départ, lorsqu'il est soumis à des températures élevées, passe par une phase de ramollissement voire de fonte partielle entraînant un blocage de la vis prise en masse dans le flux de produit fondu et visqueux. Ceci est particulièrement le cas si le produit à traiter est un polymère.

OBJET DE L'INVENTION

[0015] Un but de l'invention est de proposer un dispositif de traitement thermique d'un produit qui limite un risque de blocage de la vis par le produit.

[0016] Un but de l'invention est de proposer un procédé pour traiter thermiquement un produit mis en oeuvre par un tel dispositif.

RESUME DE L'INVENTION

[0017] En vue de la réalisation de ce but, on propose un dispositif de traitement thermique d'un produit comme décrit dans la revendication 1 en annexe.

[0018] De la sorte, on peut venir compléter et/ou suppléer le traitement thermique du produit par la vis par l'intermédiaire de l'enveloppe réfractaire et de l'élément chauffant astucieusement agencé dans l'enveloppe réfractaire.

[0019] On limite ainsi un risque de blocage de la vis par le produit en s'aidant de l'élément chauffant pour pouvoir compléter et/ou suppléer le traitement thermique du produit par la vis par exemple le temps que la vis refroidisse dans le cas où son alimentation électrique a été temporairement arrêtée.

[0020] Ainsi on peut poursuivre le traitement thermique du produit avec une solution par ailleurs peu coûteuse en énergie.

[0021] L'invention permet ainsi d'optimiser la qualité et la surface de chauffe transmise à l'intérieur de l'enveloppe. De façon avantageuse l'invention est adaptable à des dispositifs existants par perçage d'au moins l'une des parois de l'enveloppe pour y introduire l'élément chauffant.

[0022] En outre, l'élément chauffant étant agencé à l'intérieur d'une ou de parois de l'enveloppe, il est ainsi protégé de l'atmosphère présente à l'intérieur de l'enveloppe due au traitement thermique du produit ; atmosphère pouvant potentiellement être corrosive selon le produit à traiter. Optionnellement l'élément chauffant est agencé au niveau de l'entrée de l'enveloppe.

[0023] Optionnellement le dispositif ne comporte que des éléments chauffants agencés en entrée de l'enveloppe.

[0024] Optionnellement le dispositif comporte au moins une paire d'éléments chauffants s'étendant de part et d'autre de l'enveloppe.

[0025] Optionnellement au moins un élément chauffant est agencé de sorte à s'étendre au moins dans l'un des flancs latéraux de l'enveloppe.

[0026] Optionnellement le dispositif comporte au moins deux éléments chauffants s'étendant parallèlement entre eux et aux parois dans lesquels ils s'étendent.

[0027] Optionnellement le dispositif comporte au moins deux éléments chauffants s'étendant verticalement.

[0028] Optionnellement l'élément chauffant s'étend sur entre 75 et 95 % de la hauteur de l'enveloppe.

[0029] Optionnellement l'élément chauffant est une résistance chauffante.

[0030] Optionnellement l'élément chauffant est une cartouche chauffante.

[0031] Optionnellement le dispositif comporte une platine de fixation des éléments chauffants à l'enceinte.

[0032] Optionnellement la platine comporte au moins une ouverture dans laquelle est agencée au moins une réglette comprenant au moins un orifice apte à recevoir au moins un élément chauffant.

[0033] Optionnellement le dispositif comporte un organe de mesure de la température à l'intérieur d'au moins l'une des parois de l'enveloppe.

[0034] Optionnellement le dispositif comporte une unité de commande contrôlant au moins l'élément chauffant à partir des données échangées avec l'organe de mesure.

[0035] Optionnellement le dispositif comprend une chemine raccordée d'une part à l'entrée de l'enveloppe et d'autre part à une entrée d'air pour l'introduction d'un débit d'air contrôlé dans l'enceinte.

[0036] L'invention concerne également un procédé pour traiter thermiquement un produit mis en oeuvre par un tel dispositif, le procédé comprenant l'étape d'utiliser l'élément chauffant lorsque la vis n'est pas alimentée électriquement.

[0037] Optionnellement on introduit comme produit dans l'enveloppe un produit dont le traitement thermique ne produit pas ou de résidus.

[0038] Optionnellement le produit est une matière polymérique.

[0039] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation particulier non limitatif de l'invention.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0040] L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit en référence aux figures annexées parmi lesquelles :

[Fig. 1] La figure 1 est une vue schématique d'un dispositif selon un mode de réalisation particulier de l'invention,

[Fig. 2] La figure 2 est une vue en coupe transversale schématique du dispositif illustré à la figure 1,

[Fig. 3] La figure 3 est une vue en perspective d'une enceinte du dispositif illustré à la figure 1.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0041] A la figure 1 est représenté le dispositif de traitement thermique d'un produit selon un mode de réalisation particulier de l'invention, généralement désigné en 1.

[0042] Le dispositif 1 est ici applicable à la gazéification de déchets, par exemple végétaux, ou bien encore polymérique, afin de produire un gaz de synthèse ou bien encore un gaz méthane ou encore du dihydrogène.

[0043] Bien entendu, cette application n'est pas limitative et le dispositif 1 pourra être utilisé pour de nombreuses autres applications. On peut citer par exemple le chauffage, la torréfaction, la pyrolyse, la gazéification, la dévolatilisation, la dessiccation ...

[0044] Le dispositif 1 comporte une enceinte 2, de direction générale essentiellement horizontale, qui est maintenue à distance du sol par des piètements.

[0045] Le produit est ici introduit dans l'enceinte 2 sous forme de solides divisés. Les solides divisés peuvent être sous forme de poudres, granulés, morceaux, fibres, feuillets ... et être de nature végétale, minérale, chimique ... Le produit peut ainsi être de tout type (bois, plastique, boue, déchet ...).

[0046] L'enceinte 2 comporte au moins une entrée 4 aménagée dans le couvercle de l'enceinte 2 sensiblement au niveau d'une première extrémité longitudinale de l'enceinte 2. Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif comporte une cheminée d'entrée 5 qui est connectée de façon étanche à l'entrée 4 de l'enceinte. La cheminée d'entrée 5 est par exemple connectée à un dispositif de broyage, de compactage, d'extrusion, de fusion, de dosage ou de granulation du produit considéré en solides divisés. La cheminée d'entrée 5 peut aussi être connectée à une entrée d'air de manière à améliorer un traitement de gazéification par combustion partielle d'un produit dans l'enceinte 2 du fait d'une entrée d'air (et donc d'oxygène) contrôlée. On note que le produit est alors introduit dans l'enceinte 2 par la même cheminée d'entrée 5 que l'air.

[0047] L'enceinte 2 comporte en outre au moins une première sortie 6 aménagée ici dans le fond de l'enceinte

2 sensiblement au niveau de la deuxième des deux extrémités longitudinales de l'enceinte 2.

[0048] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif comporte une première cheminée de sortie 7 qui est connectée de façon étanche à la première sortie 6 de l'enceinte 2. La première cheminée de sortie 7 est par exemple connectée à un dispositif de refroidissement du produit ou à un dispositif de post-traitement du produit. L'enceinte 2 comporte ici une deuxième sortie 8 pour récupérer des sous-produits gazeux issus du traitement des solides divisés. La nature des sous-produits gazeux concernés dépendra du type de traitement concerné : il pourra ainsi s'agir de gaz, de fumée, de vapeur d'eau, de métal lourd ....

[0049] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif 1 comporte une cheminée de sortie 9 qui est connectée de façon étanche à la deuxième sortie 8 de l'enceinte 2. La cheminée de sortie 9 est par exemple connectée à un dispositif de post-traitement des sous-produits gazeux par exemple pour purifier lesdits sous-produits gazeux.

[0050] L'enceinte 2 présente ici une section rectangulaire.

[0051] L'enceinte 2 est par exemple en matière métallique.

[0052] Typiquement l'enceinte 2 est en acier, comme en acier inoxydable, et par exemple amagnétique.

[0053] Des caissons 3 sont fixés à chacune des extrémités longitudinales de l'enceinte 2.

[0054] Le dispositif 1 comprend une vis 10 ayant un axe longitudinal X et montée pour tourner autour dudit axe longitudinal X dans l'enceinte 2, l'axe longitudinal X étant ici parallèle à la direction générale de l'enceinte 2. L'axe longitudinal X est donc ici horizontal.

[0055] En l'espèce, la vis 10 a une forme de serpentin hélicoïdal qui est fixé à ses deux extrémités en bout d'un tronçon d'arbre, mais ceci ne constitue naturellement qu'un exemple, et l'on pourra utiliser toute autre géométrie de type hélicoïdal.

[0056] La vis 10 est ainsi dépourvue elle-même d'arbre à proprement parler.

[0057] Chaque tronçon d'arbre est relié à son autre extrémité, à un arbre coaxial qui passe dans le caisson associé.

[0058] Chaque caisson 3 est équipé de moyens servant à entraîner en rotation la vis 10, ainsi que des moyens assurant l'alimentation en énergie électrique de la vis 10 afin que celle-ci forme un moyen de chauffage par effet Joule. La vis 10 constitue donc un moyen de transfert chauffant.

[0059] A cet effet la vis 10 est formée dans sa masse d'un matériau électriquement conducteur.

[0060] Par ailleurs, et comme étant divulgué dans la revendication 1 en annexe, le dispositif comporte une enveloppe 11 en matériau réfractaire qui est agencée dans l'enceinte. En réalité, la vis 10 s'étend directement à l'intérieur de cette enveloppe 11 qui est donc elle-même agencée à l'intérieur de l'enceinte 2. Plus précisément ici la vis 10 repose sur un fond 12 de l'enveloppe 11.

[0061] La vis 10 forme en plus de ses fonctions de chauffage direct des produits venant à son contact et de transfert longitudinal desdits produits, un chauffage de l'enveloppe 11 qui constitue ainsi elle-même un chauffage par rayonnement de la masse de solides divisés.

[0062] L'enveloppe 11 a une direction générale essentiellement horizontale confondue ou parallèle à la direction générale de l'enceinte 2. Plus précisément l'enveloppe 11 s'étend entre l'entrée et la sortie de l'enceinte 2 et comporte de façon correspondante une entrée 4 et deux sorties 6, 8 pour le raccordement de la cheminée d'entrée 5 et des deux cheminées de sortie 7, 9 à l'enveloppe 11. Le produit circule ainsi dans l'enceinte 2 à travers l'enveloppe 11. Dans le cas présent, l'enveloppe 11 comporte le fond 12 précité prolongé par deux flancs latéraux 13a, 13b, un plafond 16 de l'enveloppe ainsi qu'une paroi arrière 15 et avant 14 refermant le tout.

[0063] De préférence, l'enveloppe 11 est également conformée de sorte qu'au moins une partie du contour interne de l'enveloppe 11 suive le contour externe de la vis 10.

[0064] Dans le cas présent seul le fond 12 épouse le contour de la vis 10 reposant sur lui.

[0065] De la sorte, on limite un espace entre la vis 10 et l'enveloppe 11 en partie basse de l'enveloppe.

[0066] Du fait que la vis 10 est formée dans sa masse d'un matériau électriquement conducteur, et est reliée à au moins une source d'alimentation en énergie électrique, il est préférable que l'enveloppe 11 soit réalisée en un matériau qui est à la fois réfractaire et isolant électriquement. Il pourra par exemple s'agir d'un béton réfractaire ou d'un matériau céramique réfractaire tel que ceux couramment utilisés pour réaliser des parois de fours. De tels matériaux ont un point de fusion très élevés et notamment supérieurs à 2000 degrés Celsius. L'enveloppe 12 est par exemple à base d'alumine (Al_2O_3).

[0067] Dans le cas présent, les cheminées 5, 7, 9 sont de préférence également réalisés en matériau réfractaire de même nature que celui de l'enveloppe 11.

[0068] Selon un mode de réalisation préféré, l'enceinte 2 et l'enveloppe 11 ne sont pas en contact l'une de l'autre.

[0069] Ainsi, le dispositif 1 comporte une couverture intermédiaire 26 en matière thermiquement isolante s'étendant entre l'enveloppe 11 et l'enceinte 2. La couverture est par exemple en laine de roche ou en un matériau plus technique et plus résistant à de très hautes températures.

[0070] Selon l'invention, le dispositif 1 comporte au moins un élément chauffant agencé dans au moins l'une des parois de l'enveloppe 11.

[0071] De préférence, le dispositif 1 comporte au moins une paire d'éléments chauffants 17a, 17b. Le dispositif comporte ici entre une et six paires d'éléments chauffants et de préférence entre deux et cinq paires d'éléments chauffants. Au moins un élément chauffant est par exemple agencé de sorte à s'étendre au moins dans l'un des flancs de l'enveloppe.

[0072] Dans le cas présent, les éléments chauffants 17a, 17b de la même paire sont chacun agencés respectivement dans l'un des flancs 13a, 13b de l'enveloppe 11 de sorte à se faire face.

[0073] Les éléments chauffants 17a, 17b s'étendent ainsi sur les côtés de l'enveloppe 11 de part et d'autre de celle-ci.

[0074] De préférence, les éléments chauffants 17a, 17b d'une même paire se trouvent au même niveau selon la direction générale de l'enveloppe 11 (direction parallèle ou confondue à l'axe longitudinal X).

[0075] Les paires d'éléments chauffants sont régulièrement espacés les unes des autres le long de la direction générale de l'enveloppe 11.

[0076] Les éléments chauffants d'un même côté de l'enveloppe 11 s'étendent sur un segment dont la longueur (soit la distance séparant les deux éléments chauffants d'extrémités du segment) représente entre 5 et 25% de la longueur totale de l'enveloppe 11 et typiquement entre 10 et 20%. Préférentiellement, le segment débute au niveau de la paroi avant 14 de l'enveloppe 11, les éléments chauffants 17a, 17b étant ainsi agencés à l'avant de l'enveloppe 11 et de préférence autour de l'entrée 4 de l'enveloppe 11.

[0077] Ainsi, les éléments chauffants 17a, 17b sont agencés dans la partie amont de l'enveloppe 11.

[0078] Dans le cas présent, une première paire d'éléments chauffant 17a, 17b est agencée au tout début de l'enveloppe 11 en amont de l'entrée 4 de l'enveloppe 11. De préférence une deuxième paire d'éléments chauffants 17a, 17b (non visible ici) est agencée au niveau de l'entrée 4, de part et d'autre de celle-ci. Le reste des paires d'éléments chauffants 17a, 17b est agencé à la suite.

[0079] Les éléments chauffants 17a, 17b sont tous identiques ici. En variante, les éléments chauffants 17a, 17b ne sont pas tous identiques entre eux. Par exemple, les éléments chauffants sont configurés pour chauffer différemment l'enveloppe 11 selon leur emplacement.

[0080] Chaque élément chauffants 17a, 17b s'étend rectilignement. Les éléments chauffants 17a, 17b s'étendent préférentiellement de manière parallèle les uns par rapport aux autres. Les éléments chauffants 17a, 17b s'étendent ici sensiblement à la verticale.

[0081] De préférence les éléments chauffants 17a, 17b s'étendent tous non seulement dans les flancs 13a, 13b de l'enveloppe 11 mais également en partie dans son fond 12. Les éléments chauffants 17a, 17b ne dépassent toutefois pas du fond 12 ni même des flancs 13a, 13b.

[0082] Ainsi, les éléments chauffants 17a, 17b s'étendent ici sur entre 75 et 95 % de la hauteur de l'enveloppe 11 et préférentiellement entre 80 et 95% de ladite hauteur.

[0083] En revanche les éléments chauffants 17a, 17b dépassent du plafond 16 de l'enveloppe 11 et ici de l'enceinte 2.

[0084] En effet, dans le cas présent les éléments chauffants 17a, 17b sont des résistances chauffantes. Lesdits éléments chauffants 17a, 17b sont donc raccordés à une alimentation électrique pour que les éléments chauffants 17a, 17b puissent former des moyens de chauffage par effet Joule de l'enveloppe. A cet effet, les éléments chauffants 17a, 17b sont raccordés à l'alimentation électrique au niveau de leurs extrémités dépassant du plafond 16.

[0085] Dans le cas où les éléments chauffants ne sont pas identiques entre eux ils peuvent ainsi présenter des résistances différentes.

[0086] Chaque élément chauffant est ici une cartouche chauffante. Chaque élément chauffant a donc une forme tubulaire de section carré, ronde, rectangulaire ...

[0087] Optionnellement chaque élément chauffant est une cartouche chauffante au nitrure de bore.

[0088] De telles cartouches sont bien connues de l'homme du métier et ne seront donc pas détaillées ici.

[0089] Selon un mode de réalisation particulier, et comme plus visible à la figure 3, l'enceinte 2 comporte une platine 18 de fixation des éléments chauffants 17a, 17b à l'enceinte 2.

[0090] Typiquement la platine 18 comporte une embase 19 destinée à être solidarisée au plafond de l'enceinte ou formant elle-même tout ou partie du plafond. L'embase 19 comporte typiquement deux ouvertures 20 s'étendant ici rectilignement de part et d'autre de l'entrée 4, et parallèlement à la direction longitudinale X. Chaque ouverture 20 a ici une section rectangulaire.

[0091] La platine 18 comporte de manière correspondante deux réglettes 21 (dont une seule est représentée ici) agencées chacune respectivement dans l'une des ouvertures 20 de l'embase 19 de manière à recouvrir lesdites ouvertures.

[0092] Chaque réglette 21 comporte une succession d'orifices régulièrement réparties le long de la réglette 21 de sorte à former une ligne parallèle à la direction longitudinale X. Chaque orifice est par ailleurs apte à recevoir l'un des éléments chauffants 17a, 17b.

[0093] Les réglettes 21 permettent donc de faciliter l'agencement des éléments chauffants 17a, 17b dans l'enveloppe 11.

[0094] En particulier, si le dispositif 1 ne prévoyait pas initialement d'élément chauffants 17a, 17b, le positionnement de la platine 18 sur le plafond de l'enceinte permet de visualiser aisément où les trous doivent être percés dans l'enveloppe 11 pour y introduire les éléments chauffants 17a, 17b: dans le prolongement de l'un, plusieurs ou tous les orifices de l'une ou des réglettes 21.

[0095] De façon avantageuse, un ou des joints peuvent être agencés au niveau de la platine 18 pour assurer une étanchéité thermique entre l'extérieur et l'intérieur de l'enveloppe 11. Typiquement un joint thermique peut être agencé entre au moins l'une des réglettes 21 et l'ouverture 20 correspondante ou au niveau de chaque orifice d'au moins l'une des réglettes 21.

[0096] On limite ainsi un risque de déperdition thermique.

[0097] Selon un mode de réalisation particulier, l'alimentation électrique des éléments chauffants 17a, 17b provient d'une source d'énergie électrique différente de celle alimentant la vis 10. En conséquence le dispositif 1 comporte les premiers moyens d'alimentation précités du dispositif 1 alimentant la vis 10 et des deuxièmes moyens d'alimentation des éléments chauffants 17a, 17b qui sont distincts des premiers.

[0098] De préférence, afin de contrôler les différents moyens d'alimentation, le dispositif 1 comporte un premier organe de mesure 22 de la température à l'intérieur de l'enveloppe 11. Le premier organe 22 est par exemple un capteur de température.

[0099] De préférence, le premier organe 22 est agencé pour mesurer une température au niveau de la sortie de l'enveloppe 11. Le premier organe 22 est ici agencé pour mesurer une température au niveau de la vis 10 et de préférence au centre des spires de la vis 10.

[0100] Préférentiellement, le dispositif 1 comporte un deuxième organe 23 de la température dans les parois de l'enceinte 11. Le deuxième organe 23 est par exemple un capteur de température.

[0101] De préférence, le deuxième organe 23 est agencé pour mesurer une température au niveau de l'entrée 4 de l'enveloppe 11.

[0102] Le deuxième organe 23 est ici agencé pour mesurer une température au niveau de l'un des éléments chauffants 17a, 17b.

[0103] Le dispositif 1 comporte une première unité de commande 24 de la vis 10 qui contrôle au moins la puissance électrique délivrée à la vis 10 en fonction des données transmises par au moins le premier organe de mesure 22. La première unité de commande 24 est par exemple un calculateur, un ordinateur, un microprocesseur ...

[0104] La vis 10 est ainsi commandée selon une température de consigne (par exemple 700 degrés Celsius) régulée sur la température mesurée par le premier organe de mesure 22 représentative de la zone la plus chaude de la vis 10.

[0105] En outre, le dispositif 1 comporte une deuxième unité de commande 25 des éléments chauffants 17a, 17b qui contrôle au moins la puissance électrique délivrée aux éléments chauffants 17a, 17b en fonction des données transmises par au moins le deuxième organe de mesure 23. La deuxième unité de commande 25 est par exemple un calculateur, un ordinateur, un microprocesseur ...

[0106] Préférentiellement, la deuxième unité de commande 25 des éléments chauffants 17a, 17b contrôle au moins la puissance électrique délivrée aux éléments chauffants 17a, 17b en fonction des données transmises par au moins le deuxième organe de mesure 25 et au moins le premier organe de mesure 24.

[0107] Les éléments chauffants 17a, 17b sont ainsi commandés selon une température de consigne régulée sur la température mesurée par le premier organe de mesure 22 représentative de la zone la plus chaude de la vis et sur la température mesurée par le deuxième organe de mesure 23 représentative de la température de l'enveloppe 11 à l'entrée de la vis 10 soit à la zone la moins chaude de la vis 10.

[0108] Les différentes unités de commande 24, 25 sont par exemple agencées dans les caissons 3 du dispositif 1 de même que les différents moyens d'alimentation.

[0109] Ainsi en service, la vis 10 est alimentée de sorte que les premiers moyens d'alimentation soient arrêtés lorsque la température de la vis 10 en sortie de l'enveloppe 11 dépasse une température de consigne.

[0110] On limite ainsi un risque de détérioration de la vis 10.

[0111] Néanmoins, on contrôle également la température en entrée d'enveloppe 11 par l'intermédiaire du deuxième organe de mesure 23 : si elle descend en dessous d'une température donnée et que la température en sortie de vis 10 n'est toujours pas redescendue alors la deuxième unité de commande 25 contrôle les deuxièmes moyens d'alimentation pour entraîner l'alimentation des éléments chauffants 17a, 17b. Ceux-ci chauffent l'entrée 4 de l'enveloppe 11 afin que l'enveloppe 11 continue à fournir un chauffage suffisant pour assurer le traitement thermique du produit et éviter ainsi son accumulation en entrée 4 d'enveloppe 11.

[0112] On note que c'est donc l'enveloppe 11 qui contribue en réalité à chauffer le produit, les éléments chauffants 17a, 17b se contentant de maintenir l'enveloppe 11 à une température adéquate.

[0113] Dès que la température en sortie d'enveloppe 11 est redescendue sous une valeur acceptable, les premiers moyens d'alimentation sont de nouveau commandés pour alimenter la vis 10 alors que les deuxièmes moyens d'alimentation sont arrêtés.

[0114] On assure ainsi de manière simple et efficace un très bon traitement en continu du produit tout en évitant de trop solliciter la vis 10. En particulier les éléments chauffants 17a, 17b tendent à uniformiser la température de la vis 10 sur toute sa longueur.

[0115] Un tel dispositif 1 et procédé sont particulièrement avantageux dans le cas où le produit introduit dans l'enveloppe 11 ne produit pas ou peu de résidus en sortie d'enveloppe 11. En effet dans ce cas le produit ne peut refroidir naturellement la vis 10 et empêcher un différentiel de températures trop important entre l'entrée et la sortie de l'enceinte 2.

[0116] On entend un produit qui ne produit pas ou peu de résidus, un produit pour lequel pour cent parts en poids du produit en entrée d'enveloppe 11 on récupère moins de dix parts en poids de résidus (soit d'éléments solides) en sortie d'enveloppe 11, le produit ayant massivement étant transformé en gaz.

[0117] C'est par exemple le cas d'un produit de type polymère et plus particulière d'un produit plastique.

[0118] L'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit, mais englobe au contraire toute variante reprenant, avec des moyens équivalents, les caractéristiques essentielles énoncées plus haut.

[0119] En particulier, le dispositif pourra comporter un autre nombre d'éléments chauffants que ce qui a été indiqué. Les éléments chauffants pourront être agencés différemment de ce qui a été indiqué. Par exemple au moins un élément chauffant pourra être agencé au moins dans le plafond de l'enveloppe ou dans le fond de l'enveloppe. Ainsi au moins un élément chauffant pourra être agencé sensiblement à l'horizontal dans l'enceinte. L'élément pourra ne pas être agencé à la verticale ou à l'horizontale mais de manière incliné relativement à la verticale et à l'horizontale. Ainsi l'élément chauffant pourra être agencé à l'intérieur d'au moins l'une des parois de l'enveloppe parallèlement aux faces de ladite paroi.

[0120] L'élément pourra ne pas s'étendre de manière rectiligne.

[0121] Les éléments chauffants pourront être disposés autrement dans l'enveloppe et être par exemple répartis sur tout le long de l'enveloppe et non pas seulement au début de l'enveloppe.

[0122] Les éléments chauffants pourront également être différent de ce qui a été indiqué. Ainsi bien qu'ici l'élément chauffant soit une cartouche chauffante au nitrure de bore, l'élément chauffant pourra être une cartouche chauffante au magnésie. L'élément chauffant pourra également ne pas être une cartouche chauffante mais une plaque chauffante ou bien une bougie. L'élément chauffant pourra également ne pas être basé sur une résistance chauffante comme précitée mais être par exemple une canalisation traversée par un fluide chaud. De manière générale l'élément chauffant pourra être tout élément permettant de chauffer suffisamment l'enveloppe pour maintenir la température d'au moins l'entrée de l'enceinte suffisante pour assurer le traitement thermique du produit.

[0123] On pourra s'affranchir de la platine de fixation des éléments chauffants ou bien choisir une platine conformée différemment.

[0124] On pourra avoir un contrôle différencié des différents éléments chauffants et non un contrôle en bloc des différents éléments chauffants comme ce qui a été indiqué. L'élément chauffant et la vis pourront être alimentés par la même source d'alimentation électrique. En conséquence le dispositif pourra comporter les mêmes moyens d'alimentation pour la vis et les éléments chauffants.

[0125] De la même façon l'élément chauffant et la vis pourront être contrôlés par la même unité de commande. En conséquence le dispositif pourra comporter la même unité de commande pour la vis et les éléments chauffants. Par exemple l'unité de commande s'appuiera sur une loi de commande basée sur une température donnée à partir de laquelle les éléments chauffants sont activés, ladite température correspondant à un pourcentage de la température mesurée en sortie de l'enveloppe.

[0126] On pourra aussi avoir un nombre différent d'organe de mesure que ce qui a été indiqué et/ou des organes de mesure différents comme des organes de mesure de pression, d'humidité, de vitesse de rotation, de présence ou non de résidus en entrée d'enveloppe ... Chaque unité pourra ainsi contrôler l'élément chauffant concerné par l'intermédiaire d'un nombre différent d'organes de mesure que ce qui a été indiqué. Les organes de mesure pourront être agencés à d'autres endroits que ce qui a été indiqué. Ainsi l'organe de mesure en entrée d'enveloppe pourra être agencé pour mesurer la température à l'intérieur de l'enveloppe et non à l'intérieur des parois de l'enveloppe.

[0127] Bien qu'ici il ne soit proposé d'utiliser les éléments chauffants que si la vis n'est pas alimentée, d'autres utilisations des éléments chauffants sont envisageables. En particulier, on pourra utiliser les éléments chauffants pour compléter le chauffage assuré par la vis soit pour avoir un chauffage plus important soit pour limiter la puissance électrique fournie à la vis.

[0128] On pourra aussi s'aider des éléments chauffants pour amorcer le traitement thermique. Par exemple on pourra commencer par réchauffer l'enveloppe afin que de la chaleur soit diffusée à l'intérieur de l'enveloppe de manière homogène, les parois extérieures de l'enveloppe étant elles protégées par la couverture en matière thermiquement isolante.

[0129] Par ailleurs la vis pourra être différente de ce qui a été indiqué. En particulier la vis pourra présenter une résistance qui varie le long de l'axe géométrique de la vis comme proposé dans le brevet FR 2 995 986 de la présente demanderesse.

[0130] En outre, bien qu'ici l'enveloppe soit d'une pièce, l'enveloppe pourra être formée d'une succession de tronçons optionnellement emboîtables les dans les autres. De la même façon, les flancs, le fond et le plafond pourront être des pièces différentes rapportées les unes sur les autres pour former au moins un tronçon de l'enveloppe.

[0131] L'enveloppe pourra avoir une autre forme que celle décrite et par exemple présenter une section telle que la partie interne de l'enveloppe soit rectangulaire ou carré et ne comporte donc pas de fond creux pour épouser la forme de la vis comme dans le brevet EP 2 218 300. Au contraire l'enveloppe pourra entourer complètement la vis pour limiter un espace entre la vis et l'enveloppe comme dans la demande PCT/EP2019/058815 de la présente demanderesse. Les flancs de l'enveloppe pourront être inclinés par rapport à la verticale et à l'horizontale (et non droits comme ce qui a été indiqué).

[0132] La couverture pourra ne pas être d'une seule pièce mais être composée de plusieurs éléments fixés entre eux et/ou fixés à l'enveloppe et/ou fixés à l'enceinte. On pourra s'affranchir d'une couverture.

[0133] Par ailleurs, bien qu'ici le produit soit introduit sous forme de solides divisés dans l'enceinte, le produit pourra être introduit sous une autre forme par exemple liquide ou encore gazeuse. De la même façon on pourra récupérer en sortie un ou plusieurs produits sous forme de gaz, de liquide, d'huile, de solide ... Le nombre d'entrée et de sortie de l'enceinte variera en conséquence.

[0134] Si le dispositif comporte une cheminée d'entrée

permettant d'introduire de l'air de manière contrôlée dans l'enceinte, le produit pourra être introduit dans l'enceinte par la même cheminée ou par une autre cheminée d'entrée.

[0135] Parmi les applications possibles de l'invention, on notera également que le dispositif de traitement pourra être monté en aval d'une installation de pyrolyse classique de manière à traiter le char sortant de cette pyrolyse pour lui faire subir un post-traitement ou bien d'un dispositif de préconditionnement du produit considéré. Un dispositif de préconditionnement permettra par exemple de chauffer et de sécher ledit produit à des valeurs prescrites de température et d'humidité relative ou encore de densifier le produit ou encore d'humidifier le produit ou encore d'en extraire l'air interstitiel par fusion partielle ou totale ou encore d'introduire de manière contrôlée de l'air dans l'enceinte de manière à accentuer et favoriser une opération de gazéification du produit à traiter.

Revendications

1. Dispositif de traitement thermique d'un produit comportant :

- une enceinte (2) comprenant une enveloppe en matériau réfractaire,
- une vis (10) montée pour tourner dans l'enveloppe selon un axe géométrique de rotation afin de déplacer le produit entre une entrée de l'enveloppe et une sortie de l'enveloppe, la vis formant par ailleurs un moyen chauffant de traitement thermique du produit par alimentation électrique de la vis,

le dispositif étant **caractérisé en ce qu'**il comporte au moins un élément chauffant (17a, 17b) pour chauffer en service l'enveloppe, l'élément chauffant étant agencé à
l'intérieur d'au moins l'une des parois de l'enveloppe, l'enveloppe (11) étant agencée à l'intérieur de l'enceinte (2) .

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel l'élément chauffant (17a, 17b) est agencé au niveau de l'entrée de l'enveloppe.

3. Dispositif selon la revendication 2, ne comportant que des éléments chauffants (17a, 17b) agencés en entrée de l'enveloppe.

4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comportant au moins une paire d'éléments chauffants (17a, 17b) s'étendant de part et d'autre de l'enveloppe.

5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins un élément chauffant (17a, 17b) est agencé de sorte à s'étendre au moins dans l'un des flancs latéraux de l'enveloppe.

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comprenant au moins deux éléments chauffants (17a, 17b) s'étendant parallèlement entre eux et aux parois dans lesquels ils s'étendent.

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comprenant au moins deux éléments chauffants (17a, 17b) s'étendant verticalement.

8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'élément chauffant (17a, 17b) s'étend sur entre 75 et 95 % de la hauteur de l'enveloppe (11) .

9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'élément chauffant (17a, 17b) est une résistance chauffante.

10. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel l'élément chauffant (17a, 17b) est une cartouche chauffante.

11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comportant une platine (18) de fixation des éléments chauffants (17a, 17b) à l'enceinte.

12. Dispositif selon la revendication 11, dans lequel la platine (18) comporte au moins une ouverture dans laquelle est agencée au moins une réglette comprenant au moins un orifice apte à recevoir au moins un élément chauffant.

13. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comprenant au moins un organe de mesure de la température (23) à l'intérieur d'au moins l'une des parois de l'enveloppe.

14. Dispositif selon la revendication 12, comprenant au moins une unité de commande (25) contrôlant au moins l'élément chauffant à partir des données échangées avec l'organe de mesure.

15. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comprenant une chemine (5) raccordée d'une part à l'entrée de l'enveloppe et d'autre part à une entrée d'air pour l'introduction d'un débit d'air contrôlé dans l'enceinte.

16. Procédé pour traiter thermiquement un produit mis en oeuvre par un dispositif selon l'une des revendications précédentes, le procédé comprenant l'étape d'utiliser l'élément chauffant lorsque la vis (10) n'est pas alimentée électriquement.

17. Procédé selon la revendication précédente, dans le-

quel on introduit comme produit dans l'enveloppe (11) un produit dont le traitement thermique ne produit pas ou de résidus.

18. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel le produit est une matière polymérique.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Wärmebehandlung eines Produktes, umfassend:

- eine Kammer (2), die eine Hülle aus feuerfestem Material umfasst,
- eine Schnecke (10), die in der Hülle um eine geometrische Rotationsachse drehbar gelagert ist, um das Produkt zwischen einem Einlass der Hülle und einem Auslass der Hülle zu bewegen, wobei die Schnecke darüber hinaus ein Heizmittel zur Wärmebehandlung des Produkts mittels Stromversorgung der Schnecke bildet,

wobei die Vorrichtung **dadurch gekennzeichnet ist, dass** sie mindestens ein Heizelement (17a, 17b) umfasst, um die Hülle im Betrieb aufzuheizen, wobei das Heizelement im Inneren mindestens einer der Wände der Hülle angeordnet ist, wobei die Hülle (11) im Inneren der Kammer (2) angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der das Heizelement (17a, 17b) im Bereich des Einlasses der Hülle angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, die nur Heizelemente (17a, 17b) umfasst, die am Einlass der Hülle angeordnet sind.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die mindestens ein Paar von Heizelementen (17a, 17b) umfasst, das sich zu beiden Seiten der Hülle erstreckt.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der mindestens ein Heizelement (17a, 17b) derart angeordnet ist, dass es sich mindestens in einer der Seitenwände der Hülle erstreckt.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die mindestens zwei Heizelemente (17a, 17b) umfasst, die parallel zueinander und zu den Wänden verlaufen, in denen sie sich erstrecken.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die mindestens zwei Heizelemente (17a, 17b) umfasst, die vertikal verlaufen.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der sich das Heizelement (17a, 17b) über 75 bis 95 % der Höhe der Hülle (11) erstreckt.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Heizelement (17a, 17b) ein Heizwiderstand ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der das Heizelement (17a, 17b) eine Heizpatrone ist.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die eine Platine (18) zur Befestigung der Heizelemente (17a, 17b) an der Kammer umfasst.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei der die Platine (18) mindestens eine Öffnung umfasst, in der mindestens eine Leiste angeordnet ist, die mindestens eine Öffnung umfasst, die geeignet ist, mindestens ein Heizelement aufzunehmen.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die mindestens ein Messorgan (23) zum Messen der Temperatur im Inneren mindestens einer der Wände der Hülle umfasst.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12, die mindestens eine Steuereinheit (25) umfasst, die mindestens das Heizelement anhand von Daten steuert, die mit dem Messorgan ausgetauscht werden.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die einen Kamin (5) umfasst, der einerseits an den Einlass der Hülle und andererseits an einen Lufteinlass zum Einführen einer kontrollierten Luftmenge in die Kammer angeschlossen ist.

16. Verfahren zur Wärmebehandlung eines Produktes, das von einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchgeführt wird, wobei das Verfahren den Schritt des Verwendens des Heizelements umfasst, wenn die Schnecke (10) nicht elektrisch versorgt wird.

17. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem man als Produkt in die Hülle (11) ein Produkt einführt, dessen Wärmebehandlung keine oder wenig Rückstände produziert.

18. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem das Produkt ein Polymermaterial ist.

Claims

1. A device for subjecting a substance to heat treatment, the device comprising:

. an enclosure (2) having a lining of refractory

material;
. a screw (10) mounted to rotate inside the lining about an axis of rotation in order to move the substance between an inlet to the lining and an outlet from the lining, the screw also forming heater means for applying heat treatment to the substance when the screw is electrically powered;

the device being **characterized in that** it includes at least one heater element (17a, 17b) for heating the lining in service, the heater element being arranged within at least one of the walls of the lining, the lining (11) being arranged inside the enclosure (2).

2. A device according to claim 1, wherein the heater element (17a, 17b) is arranged at the inlet to the lining.

3. A device according to claim 2, including only heater elements (17a, 17b) that are arranged at the inlet to the lining.

4. A device according to any preceding claim, including at least one pair of heater elements (17a, 17b) extending in opposite sides of the lining.

5. A device according to any preceding claim, wherein at least one heater element (17a, 17b) is arranged so as to extend in at least one of the side flanks of the lining.

6. A device according to any preceding claim, including at least two heater elements (17a, 17b) extending parallel to each other and to the walls in which they extend.

7. A device according to any preceding claim, including at least two heater elements (17a, 17b) extending vertically.

8. A device according to any preceding claim, wherein the heater element (17a, 17b) extends over 75% to 95% of the height of the lining (11).

9. A device according to any preceding claim, wherein the heater element (17a, 17b) is a resistance heater element.

10. A device according to claim 9, wherein the heater element (17a, 17b) is a cartridge heater.

11. A device according to any preceding claim, including a fastener plate (18) for fastening heater elements (17a, 17b) to the enclosure.

12. A device according to claim 11, wherein the plate (18) includes at least one opening having arranged therein at least one strip with at least one orifice suitable for receiving at least one heater element.

13. A device according to any preceding claim, including at least one measurement member (23) for measuring the temperature within at least one of the walls of the lining.

14. A device according to claim 12, including at least one control unit (25) controlling at least the heater element on the basis of data exchanged with the measurement member.

15. A device according to any preceding claim, including a tube (5) connected firstly to the inlet of the lining and secondly to an air inlet in order to insert a controlled flow of air into the enclosure.

16. A method of applying heat treatment to a substance, the method being performed by a device according to any preceding claim, the method comprising the step of using the heater element while the screw (10) is not being powered electrically.

17. A method according to the preceding claim, wherein the substance inserted inside the lining (11) is a substance that produces little or no residue when subjected to the heat treatment.

18. A method according to the preceding claim, wherein the substance is a polymer material.

Fig. 1

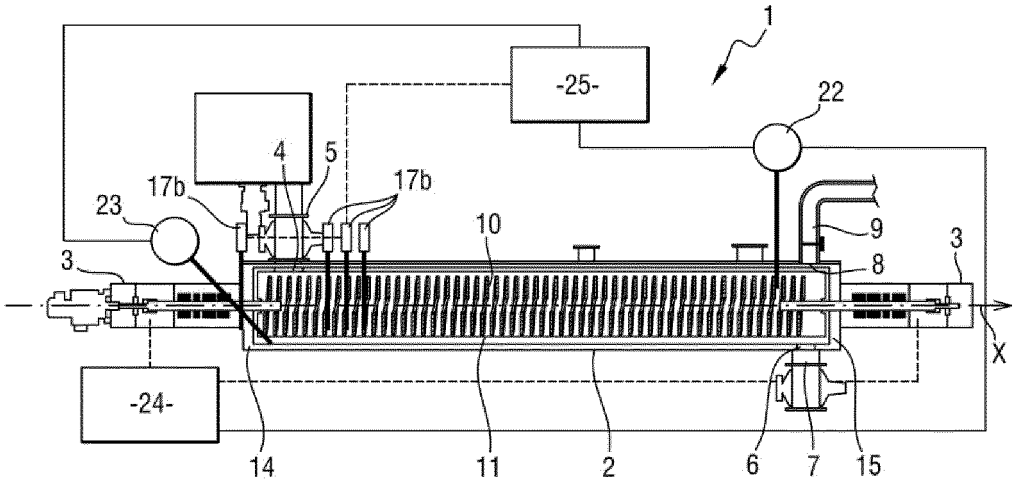


Fig. 2

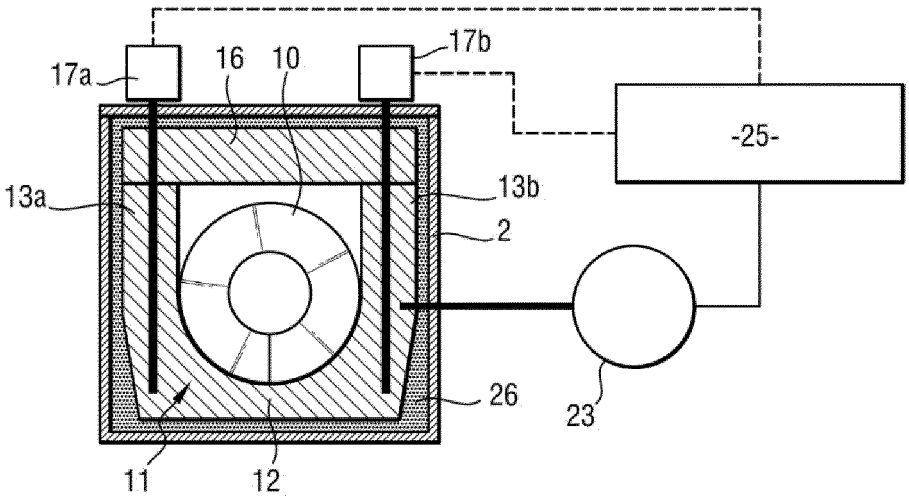
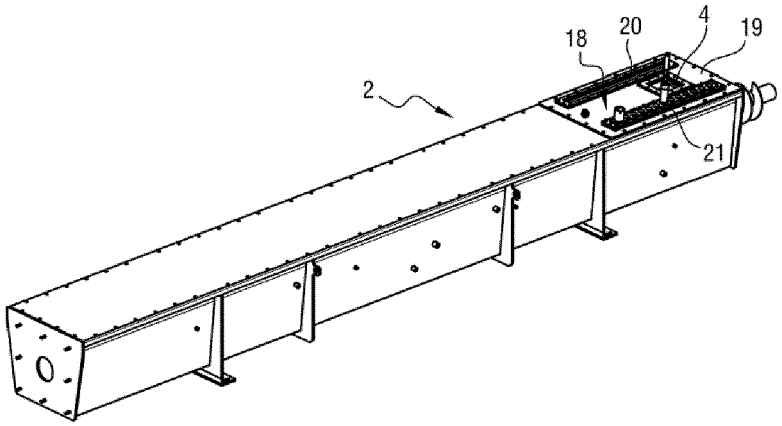


Fig. 3



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

- EP 2218300 A **[0004] [0007] [0131]**
- US 5869810 A **[0004]**
- US 2005166844 A1 **[0004]**
- EP 3048161 A1 **[0004]**
- JP H07239184 A **[0004]**
- FR 2995986 **[0129]**
- EP 2019058815 W **[0131]**