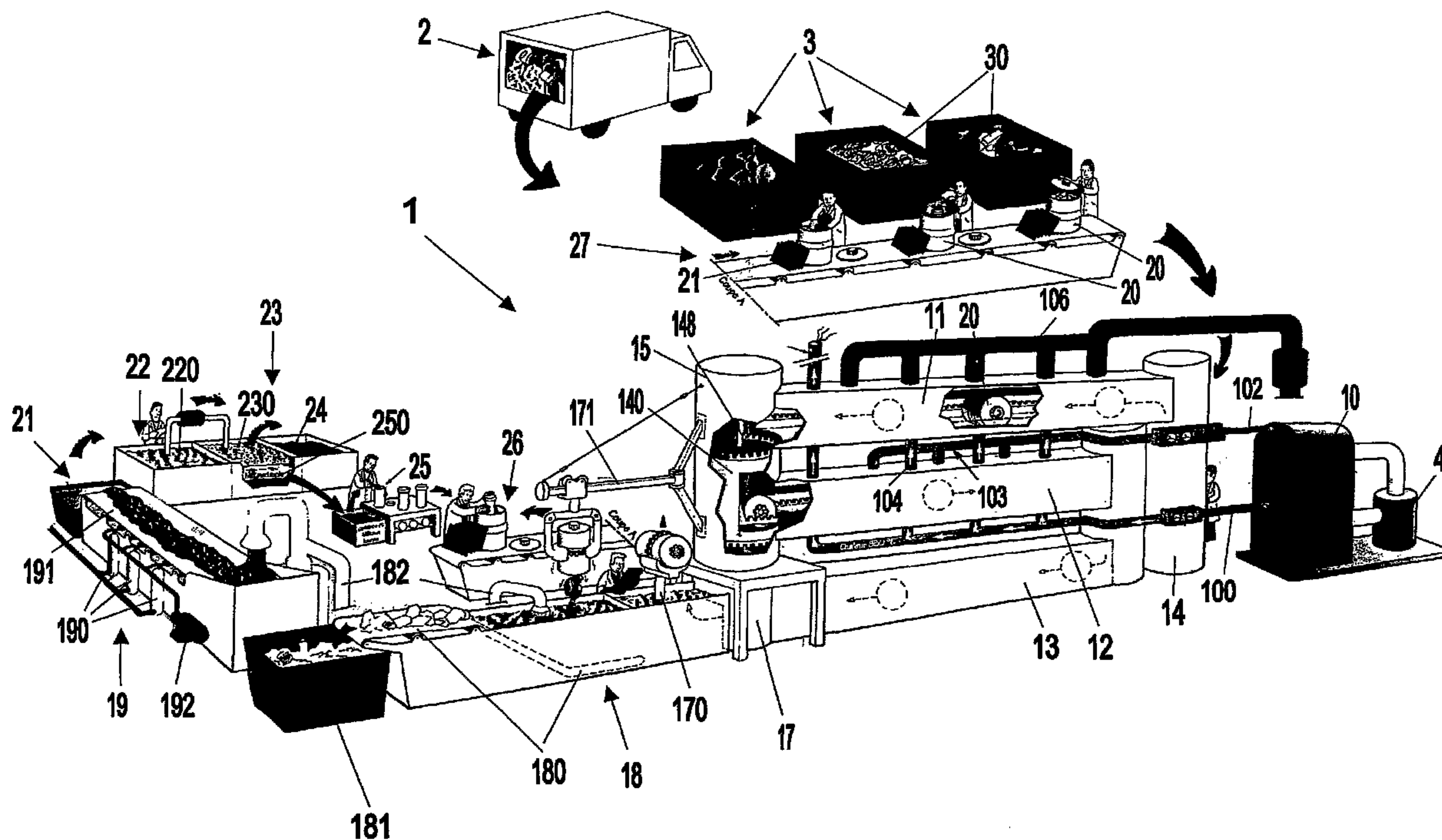




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2002/03/20
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2002/09/26
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2010/05/25
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2003/09/16
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2002/000978
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2002/075213
 (30) Priorité/Priority: 2001/03/20 (FR01/03772)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F23G 5/027* (2006.01),
B01D 53/02 (2006.01), *C10B 47/46* (2006.01),
C10B 53/00 (2006.01), *F23G 5/44* (2006.01)
 (72) Inventeur/Inventor:
 JEULIN, PATRICK, FR
 (73) Propriétaire/Owner:
 JEULIN, PATRICK, FR
 (74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : PROCÉDE DE TRAITEMENT DES DECHETS INDUSTRIELS ET/OU MENAGERS ET INSTALLATION DE
 TRAITEMENT DES DECHETS INDUSTRIELS ET/OU MENAGERS
 (54) Title: INDUSTRIAL AND/OR HOUSEHOLD WASTE TREATMENT METHOD AND AN INDUSTRIAL AND/OR
 HOUSEHOLD WASTE TREATMENT INSTALLATION



(57) Abrégé/Abstract:

La présente invention concerne un procédé de traitement de déchets industriels et/ou ménagers. La présente invention concerne également une installation (1) pour le traitement des déchets industriels et/ou ménagers. Le procédé selon l'invention se caractérise en ce qu'il comprend notamment un chargement des déchets dans une pluralité de conteneurs (20) percés, une thermolyse des déchets dans les conteneurs (20) en convoyage dans un four de thermolyse (12), un vidage des conteneurs (20) dans un bassin (18) dit de séparation pour séparer les produits par la thermolyse et des traitement des produits séparés.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
26 septembre 2002 (26.09.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/075213 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ :

F23G 5/027, 5/44, C10B 53/00

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : JEULIN,
Patrick [FR/FR]; 2, Place des Nonnains, F-28260 Rouvres
(FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR02/00978

(22) Date de dépôt international : 20 mars 2002 (20.03.2002)

(74) Mandataire : DEBAY, Yves; Cabinet Debay, 126 Elysee
2, F-78170 La Celle St. Cloud (FR).

(25) Langue de dépôt : français

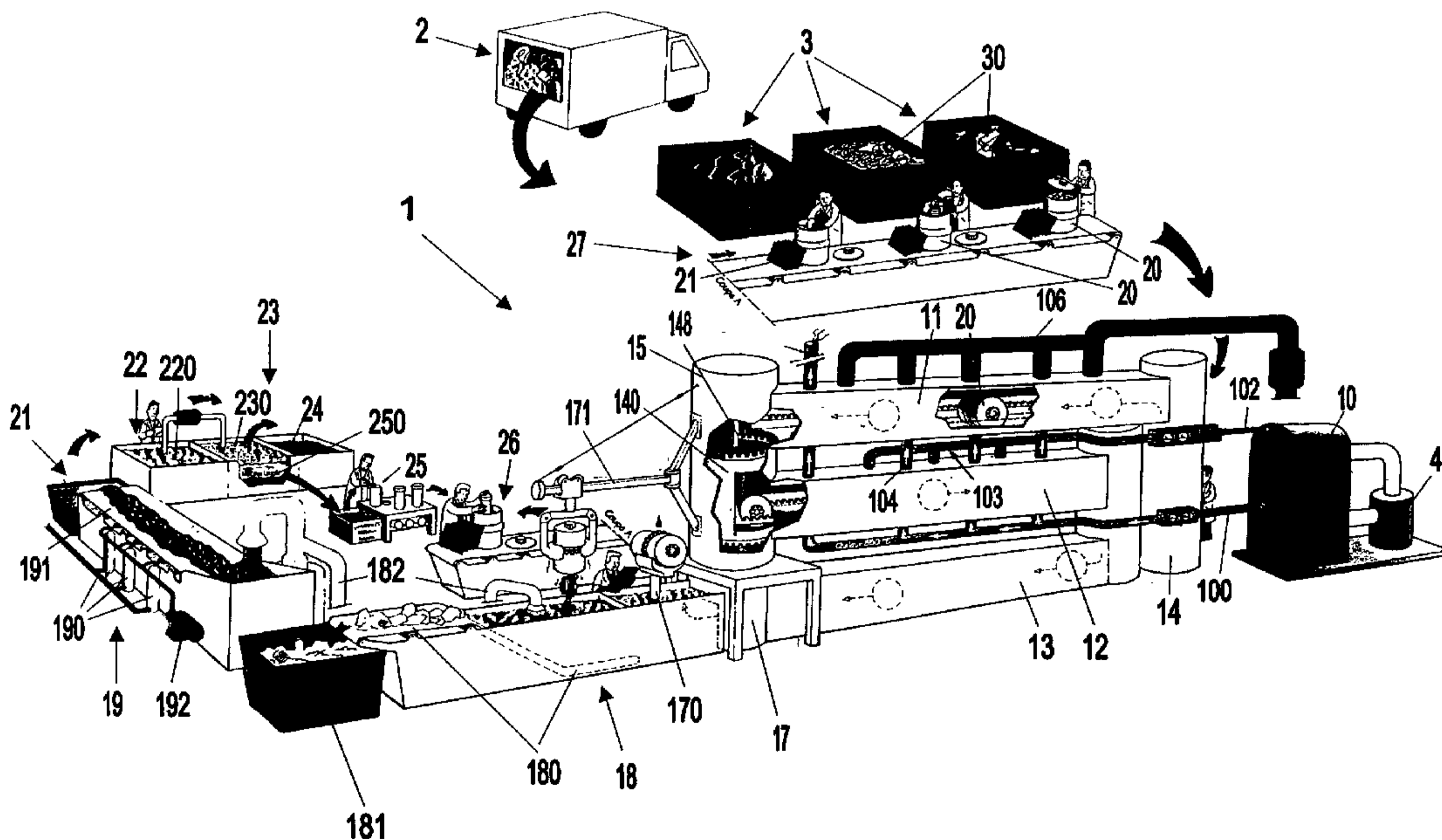
(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :

01/03772 20 mars 2001 (20.03.2001) FR

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI,
SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN,
YU, ZA, ZM, ZW.(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : MAIL-
LOT SARL [FR/FR]; 14, Boulevard de l'Industrie,
F-28500 Vernouillet (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: INDUSTRIAL AND/OR HOUSEHOLD WASTE TREATMENT METHOD AND AN INDUSTRIAL AND/OR
HOUSEHOLD WASTE TREATMENT INSTALLATION(54) Titre : PROCEDE DE TRAITEMENT DES DECHETS INDUSTRIELS ET/OU MENAGERS ET INSTALLATION DE TRAI-
TEMENT DES DECHETS INDUSTRIELS ET/OU MENAGERS

(57) Abstract: The invention relates to an industrial and/or household waste treatment method and to an industrial and/or household waste treatment installation (1). According to the invention, the method is characterised in that it consists of, in particular, the loading of the waste into numerous pierced containers (20); thermolysis of the waste in the containers (20) being conveyed into a pyrolysis oven (12); emptying of the containers (20) into a separation tank (18) in order to separate the products formed by the thermolysis; and treatment of the separated products.

[Suite sur la page suivante]

WO 02/075213 A1

WO 02/075213 A1

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé de traitement de déchets industriels et/ou ménagers. La présente invention concerne également une installation (1) pour le traitement des déchets industriels et/ou ménagers. Le procédé selon l'invention se caractérise en ce qu'il comprend notamment un chargement des déchets dans une pluralité de conteneurs (20) percés, une thermolyse des déchets dans les conteneurs (20) en convoyage dans un four de thermolyse (12), un vidage des conteneurs (20) dans un bassin (18) dit de séparation pour séparer les produits par la thermolyse et des traitement des produits séparés.

**Procédé de traitement des déchets industriels et/ ou ménagers et
installation de traitement des déchets industriels et/ou ménagers**

La présente invention concerne un procédé de traitement des déchets
5 industriels et/ou ménagers. L'invention concerne également une installation de
traitement des déchets industriels et/ou ménagers.

La thermolyse, par définition, consiste en la dissociation moléculaire en
l'absence d'oxygène pour former principalement des solides carbonés et des
gaz de thermolyse. Cette réaction libère plus d'énergie qu'elle n'en consomme.
10 Le traitement s'opère sans aucune émission polluante sur des déchets non
triés.

Les produits issus de la thermolyse sont :

- du charbon finement pulvérisé ;
- des stériles, non réactifs chimiquement tels que terre, gravats
15 réduits en volume et en poids. Les métaux lourds sont piégés dans les matrices
des solides carbonés ;

- du fer non oxydé, de l'aluminium et du verre valorisables dans
les meilleures conditions, le fer pouvant être recyclé en aciérie, l'aluminium en
fonderie, le cuivre en affinage et le verre propre en verrerie.

20 Il est connu du brevet EP 0 692 677, une installation de traitement
thermique des déchets. Selon cet art antérieur les déchets sont traités par
thermolyse et les solides carbonés issus de la thermolyse subissent une
épuration. Cet art antérieur se particularise par le fait que les solides
combustibles obtenus après épuration sont brûlés dans un foyer-cyclone, les
25 gaz chauds formés par ce brûlage alimentant un moyen de récupération
d'énergie. La thermolyse, selon cet art antérieur, est réalisée à l'aide d'un four
tournant entouré d'une enveloppe équipée de moyens de combustion tels que
des brûleurs. Les brûleurs sont alimentés par une partie des gaz de thermolyse
issus de la thermolyse. Les déchets sont introduits directement dans le four
30 pour être chauffés.

Cette installation de l'art antérieur présente des inconvénients majeurs. En effet, au bout d'un certain temps d'utilisation du four tournant, des déchets introduits dans le four forment une croûte solide sur la paroi interne du four. De ce fait, les nouveaux déchets introduits dans le four ne se trouvent plus
5 directement en contact avec la paroi chaude du four et une quantité de chaleur plus importante doit être consommée pour les traiter. De plus, au bout d'un certain temps, les déchets chauffés dans le four, du fait de la rotation du four forment une tresse. Cette tresse peut venir boucher le sas d'évacuation des déchets, ce qui peut au bout d'un certain temps enflammer l'intérieur du four et
10 ainsi l'endommager.

Par ailleurs, des installations de thermolyse sont connues, par exemple par les brevets EP 0 724 008, EP 0 610 120, ou EP 0 505 278, qui utilisent des chariots ouverts ou sur roulettes pour faire passer les déchets dans le four de thermolyse. Dans de tels chariots en simple translation, les déchets sont
15 immobiles pendant leur passage dans le four, et leur forme ou épaisseur variable peut être la cause d'une thermolyse incomplète ou mal répartie. De tels chariots sur roulettes comportent également des pièces mobiles dont le fonctionnement peut être délicat du fait des conditions de chaleur et d'encrassement régnant dans le four.

20 La présente invention a pour objet de pallier des inconvénients de l'art antérieur.

Ce but est atteint par un procédé de traitement de déchets industriels et/ou ménagers selon la revendication 1, et une installation selon la revendication 15.

25 Un autre but de l'invention est de proposer une installation pour le traitement des déchets ménagers et/ou industriels pouvant mettre en œuvre le procédé présenté ci-dessus.

Ce but est atteint par une installation pour le traitement des déchets industriels et/ou ménagers selon la revendication 15.

30

De plus, selon l'art antérieur développé plus haut, la quantité de solides carbonés formée par la thermolyse ne permet pas de capter toute la quantité

des gaz acides ou d'halogènes produite lors de la décomposition de certains déchets tels que les déchets plastiques.

Un but de l'invention est de proposer un procédé et une installation de thermolyse permettant de diminuer la quantité de polluants s'échappant avec
5 les gaz de thermolyse.

Ce but est atteint par un procédé selon la revendication 6, et une installation selon la revendication 23.

Par ailleurs, lorsque du charbon actif est utilisé pour filtrer ou épurer
10 des gaz polluants, en particulier des gaz acides ou contenant des halogènes, ce charbon devient lui-même un déchet gênant. La seule combustion de ce charbon libèrerait à nouveau ces polluants, et donc ne ferait que déplacer le problème de pollution.

Un but de l'invention est de proposer un procédé et une installation
15 permettant de traiter ce charbon pollué pour en extraire les polluants.

Ce but est atteint par un procédé selon la revendication 11, et une installation selon la revendication 31.

Par ailleurs, les solides carbonés obtenus à partir de la thermolyse des
20 déchets laissent subsister après épuration des cendres contenant des métaux lourds, qui peuvent être toxiques. De même, le traitement des charbons actifs pollués lors du filtrage de gaz acide laisse subsister des cendres contenant divers polluants, tels que des halogènes.

Ces cendres constituent donc encore un déchet gênant dont le seul
25 enfouissement est une solution peu satisfaisante.

Un but de l'invention est de proposer un procédé et une installation permettant de traiter ces déchets de façon à en diminuer ces inconvénients.

Ce but est atteint par un procédé selon la revendication 13, et une installation selon la revendication 32.

30

Des développements supplémentaires de l'invention sont décrits dans les revendications dépendantes.

Les installations de traitement de déchets ménagers et/ou industriels sont très souvent couplées à un moteur thermique faisant fonctionner une turbine pour produire de l'électricité. Dans l'art antérieur, les installations sont communément couplées à des moteurs à gaz, à des turbines à gaz, à des installations fonctionnant suivant le cycle de Rankine. L'intégration de ces machines est souvent coûteuse et parfois peu rentable. Par exemple, les moteurs à gaz et les turbines à gaz sont des machines à combustion interne. Leur utilisation dans le cadre de la valorisation énergétique des gaz de thermolyse produits dans une installation de traitement par thermolyse comme selon l'invention, suppose au préalable de laver les gaz afin d'éviter toute dégradation des éléments du moteur thermique. Cette étape préalable obligatoire n'est pas intégrée dans le cycle normal de thermolyse et cela nécessite la conception d'un moyen pouvant la réaliser, ce qui augmente donc le coût de production.

Un des buts de l'invention est ainsi de proposer une installation de traitement de déchets industriels et/ou ménagers permettant une meilleure récupération de l'énergie dégagée au cours du cycle de thermolyse.

Ce but est atteint par une installation selon la revendication 36.

20

L'invention, avec ses caractéristiques et avantages, ressortira plus clairement à la lecture de la description faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente l'installation de traitement de déchets selon l'invention,
- 25 - la figure 2 représente, en coupe transversale, les trois tunnels superposés,
- la figure 3 représente un conteneur selon l'invention,
- la figure 4 représente en coupe longitudinale, le conteneur selon l'invention,
- la figure 5 représente un conteneur servant pour le traitement hydrothermal selon l'invention,
- 30 - la figure 6 représente un piston creux selon l'invention,

- la figure 7 représente un schéma partiel de l'installation selon un mode de réalisation avec filtrage statique des gaz de thermolyse et où les tunnels sont alignés et inclinés, les conteneurs se déplaçant par roulage le long de cette pente,
- 5 - les figures 8a et 8b représentent une vue en coupe latérale du sas de sortie du tunnel de thermolyse, dans un mode de réalisation avec portes à guillotine,
- la figure 9 représente un schéma de fonctionnement du procédé de filtre statique et de séparation des polluants retenus lors du filtrage des gaz de thermolyse,
- 10 - la figure 10a représente un conteneur d'oxydation dans un mode de réalisation comportant une pompe haute pression,
- la figure 10b représente une vue schématique en coupe de côté d'un conteneur d'oxydation lors de l'oxydation des cendres, dans un mode
- 15 réalisation comportant une pompe haute pression.

Nous allons à présent décrire l'invention en liaison avec les figures 1 à 10.

L'invention consiste notamment en un traitement par thermolyse de déchets non triés dans une installation (1) de traitement des déchets industriels et/ou ménagers.

Les déchets (30) arrivés par camion (2) sont stockés dans des bennes (3) de grande contenance comme représenté sur la figure 1.

Tout d'abord, les déchets (30) peuvent subir un broyage, de manière à les rendre plus petits et à augmenter leur surface d'éclairage. Ce broyage permet également de les homogénéiser.

Les déchets (30), broyés ou non, sont placés, selon l'invention, dans des conteneurs (20) spécifiques au niveau d'un poste de remplissage (27). Ces conteneurs (20) sont en acier réfractaire inoxydable. Ils sont par exemple en forme de cylindre de révolution ayant, par exemple, une hauteur de 800 mm et un diamètre de 800 mm. Les conteneurs (20) ont un diamètre leur permettant de recevoir à plat un pneu de taille conventionnelle n'ayant subi aucun

traitement préalable. Ces conteneurs (20), représentés en figure 3, sont percés de trous (201) de 3 mm de diamètre pour laisser s'échapper les gaz issus de la réaction thermique. Ces conteneurs (20) comprennent plusieurs couronnes (202, 203) dentées destinées à collaborer avec des crémaillères de l'installation (1) de traitement des déchets (30). Une première couronne (202), dite supérieure, entoure la surface latérale du conteneur (20), sensiblement au milieu de sa hauteur. Deux autres couronnes (203), dites d'extrémité, par exemple de diamètres égaux inférieurs au diamètre du conteneur (20), sont chacune fixées coaxialement sur une section de base (204) du conteneur (20).

5 (1) de traitement des déchets (30). Une première couronne (202), dite supérieure, entoure la surface latérale du conteneur (20), sensiblement au milieu de sa hauteur. Deux autres couronnes (203), dites d'extrémité, par exemple de diamètres égaux inférieurs au diamètre du conteneur (20), sont chacune fixées coaxialement sur une section de base (204) du conteneur (20).

10 Les trous (201) percés dans les conteneurs (20) sont, par exemple, pratiqués dans les surfaces des sections de base (204) des conteneurs (20) et plus particulièrement à l'intérieur de la zone délimitée par les couronnes d'extrémité (203).

Les couronnes dentées (202, 203), en collaborant avec les crémaillères montées dans l'installation (1), assurent la rotation des conteneurs (20) dans l'installation (1), en particulier dans le four de thermolyse (12) permettant la réaction de thermolyse. Ces rotations sont en effet nécessaires pour favoriser la carbonisation de toutes les couches des déchets (30) à décomposer.

15 montées dans l'installation (1), assurent la rotation des conteneurs (20) dans l'installation (1), en particulier dans le four de thermolyse (12) permettant la réaction de thermolyse. Ces rotations sont en effet nécessaires pour favoriser la carbonisation de toutes les couches des déchets (30) à décomposer.

Les flèches sur la figure 1 symbolisent la succession des étapes de traitement des déchets dans l'installation (1) selon l'invention.

20 traitement des déchets dans l'installation (1) selon l'invention.

Selon l'invention, l'installation (1) de traitement de déchets industriels et/ou ménagers se présente de la manière suivante.

L'installation (1) selon l'invention comprend notamment trois tunnels (11, 12, 13) superposés et parallèles au sol. Un premier tunnel (11), situé en haut constitue un sécheur, un deuxième (12), situé juste en dessous, constitue le four de thermolyse, et un troisième (13), encore en dessous, est un bassin de déchloruration. Les tunnels (11, 12, 13) ont, par exemple, une section sensiblement carrée et comprennent une coque (110, 120, 130) creuse, comme représenté sur la figure 2, pouvant laisser passer la chaleur créée pour la réaction de thermolyse. Selon l'invention, l'installation (1) comprend également trois cylindres (14, 15, 16) comprenant chacun un piston (140) de transport d'un conteneur (20) de déchets (30). Ces trois cylindres (14, 15, 16)

25 haut constitue un sécheur, un deuxième (12), situé juste en dessous, constitue le four de thermolyse, et un troisième (13), encore en dessous, est un bassin de déchloruration. Les tunnels (11, 12, 13) ont, par exemple, une section sensiblement carrée et comprennent une coque (110, 120, 130) creuse, comme représenté sur la figure 2, pouvant laisser passer la chaleur créée pour la réaction de thermolyse. Selon l'invention, l'installation (1) comprend également trois cylindres (14, 15, 16) comprenant chacun un piston (140) de transport d'un conteneur (20) de déchets (30). Ces trois cylindres (14, 15, 16)

30 la réaction de thermolyse. Selon l'invention, l'installation (1) comprend également trois cylindres (14, 15, 16) comprenant chacun un piston (140) de transport d'un conteneur (20) de déchets (30). Ces trois cylindres (14, 15, 16)

sont disposés verticalement et comprennent des ouvertures communiquant avec les entrées ou les sorties des tunnels pour relier les différents tunnels entre eux. Un premier cylindre (14) est destiné à l'introduction des conteneurs (20) dans le sécheur (11) par translation de son piston (140) suivant son axe
5 depuis un poste d'introduction des conteneurs (20) par un opérateur jusqu'à l'entrée du sécheur (11). Un deuxième cylindre (15) est positionné en sortie du sécheur (11) pour réceptionner les conteneurs, le piston (140) se translatant vers le bas après réception pour amener ces conteneurs (20) en entrée du four de thermolyse (12). Un troisième cylindre (16) est disposé en sortie du four de
10 thermolyse (12) pour réceptionner les conteneurs (20), son piston (140) se translatant vers le bas pour les amener en entrée du bassin de déchloruration (13). Chaque cylindre (14, 15, 16) comprend donc une ouverture de chargement des conteneurs (20) et une ouverture de déchargement des conteneurs (20). Le premier cylindre (14) a son ouverture de chargement située
15 en bas pour introduire un conteneur (20) et son ouverture de déchargement en face de l'entrée du tunnel (11) du sécheur. Le deuxième cylindre (15) a son ouverture de chargement en face de la sortie du tunnel (11) du sécheur et son ouverture de déchargement en face de l'entrée du tunnel (12) du four de thermolyse. Enfin le troisième cylindre (16) a son ouverture de chargement en
20 face de la sortie du tunnel (12) du four de thermolyse et son ouverture de déchargement en face de l'entrée du tunnel (13) du bassin de déchloruration.

Les pistons (140) des cylindres (14, 15, 16) sont creux, comme représenté en figure 6. Ils sont de forme cylindrique et comprennent de manière connue une face supérieure (141), une face inférieure (142) et une
25 surface latérale (143) disposée entre la face supérieure et la face inférieure et définie par la surface en vis-à-vis de la paroi interne du cylindre (14, 15, 16). Ils ont leurs faces supérieure (141) et inférieure (142) munies de dents (144) formant une couronne sur chacune de ces faces. Cette couronne est destinée à collaborer avec des moyens pour déplacer le piston (140) en rotation lorsque
30 celui-ci vient en butée contre le haut du cylindre (14, 15, 16) ou contre le fond de celui-ci. Chaque piston (140) est actionné de manière connue par une tige (148), comme représenté sur les figures 1 et 6. Les pistons (140) des cylindres

(14, 15, 16) ont leur surface latérale (143) partiellement ouverte pour laisser rentrer, notamment, un conteneur (20) rempli de déchets (30). La partie pleine de la surface latérale (143) est d'une taille suffisante pour obturer de manière étanche l'entrée ou la sortie d'un tunnel (11, 12, 13). Le piston (140) creux

5 comprend, pour réceptionner un conteneur (20), un support (145) comprenant deux rangées (1450) de dents dirigées vers le haut et écartées d'une certaine distance. Dans la partie supérieure de ce piston (140) creux est empilé un certain nombre d'éléments métalliques, dits éléments (21) de motorisation, comprenant du charbon actif. Le plus bas de ces éléments (21) de motorisation

10 empilés, est en vis-à-vis d'un système (146) de chaîne pousseuse situé à l'intérieur du piston (140) creux. Ce système (146) de chaîne pousseuse est destiné à assurer l'introduction et l'actionnement des éléments (21) de motorisation contenant les charbons actifs dans les tunnels (11, 12, 13) sur une rampe (111, 121, 131) aménagée dans la partie supérieure de chaque tunnel,

15 comme représenté en figure 2. Le système (146) de chaîne pousseuse est constitué d'une chaîne à plusieurs maillons (1460) collaborant avec un engrenage (1461) actionné, par exemple par un moteur, pour provoquer le déplacement de la chaîne. La chaîne pousseuse comprend à une de ses extrémités, un moyen (1462) de poussée. Ce moyen (1462) de poussée est

20 disposé, en position de repos de la chaîne pousseuse, en appui contre l'élément (21) de motorisation le plus bas des éléments (21) de motorisation empilés. Lorsque la chaîne pousseuse est actionnée, elle pousse sur la rampe (111, 121, 131), par le moyen (1462) de poussée suivant une direction parallèle à l'axe du tunnel (11, 12, 13), cet élément (21) de motorisation le plus bas qui

25 pousse donc également tous les autres éléments (21) de motorisation déjà introduits sur la rampe (111, 121, 131) du tunnel (11, 12, 13) considéré. La chaîne pousseuse revient alors dans sa position de repos et un nouvel élément (21) de motorisation de la pile se positionne en face du moyen (1462) de poussée de la chaîne pousseuse et le cycle peut reprendre. L'introduction d'un

30 élément (21) de motorisation sur la rampe (111, 121, 131) d'un tunnel (11, 12, 13), provoque le déchargement d'un élément (21) de motorisation dans le piston (140) creux du cylindre (14, 15, 16) situé en sortie du tunnel. Les

éléments (21) de motorisation sont des éléments, par exemple de forme parallélépipédique, et qui occupent toute la largeur des tunnels (11, 12, 13) pour s'interposer entre les conteneurs (20) en déplacement et des conduits d'évacuation des gaz de thermolyse, afin de piéger tous les polluants issus de la réaction de thermolyse autres que les gaz de thermolyse. Ces éléments (21) de motorisation sont destinés à assurer le mouvement moteur et la rotation des conteneurs (20) à déchets (30) dans l'installation (1) de traitement. Pour cela, ils disposent sur leur face inférieure métallique, de dents formant, lorsqu'ils sont jointifs sur la rampe (111, 121, 131), une crémaillère collaborant avec la couronne (202) dentée supérieure des conteneurs (20) de déchets (30). Les éléments (21) de motorisation sont insérés dans le piston (140) creux du premier cylindre (14) par un opérateur puis délivrés par le système (146) de chaîne pousseuse dans le tunnel (11) du sécheur. Ils sont ensuite réceptionnés dans le piston (140) creux du deuxième cylindre (15) pour être délivrés dans le tunnel (12) du four de thermolyse. Ils sont enfin réceptionnés dans le piston (140) creux du troisième cylindre (16) pour être réintroduits dans le tunnel (13) du bassin de déchloruration avant d'être définitivement récupérés en sortie du bassin de déchloruration pour être réintroduits dans le premier cylindre (14). Environ quatre éléments (21) de motorisation doivent passer sur un conteneur (20) pour lui faire effectuer un tour complet.

Les charbons actifs sont des matériaux assez puissants permettant une élimination des matières organiques contenues dans l'eau. Les charbons actifs sont des formes très poreuses du carbone que l'on obtient en carbonisant à l'abri de l'air des composés carbonés à forte teneur en oxygène, tels que, par exemple, les charbons bitumeux, la lignite, le bois, les coques de noix de coco, ... On augmente le pouvoir adsorbant de ces charbons en éliminant les hydrocarbures qui restent adsorbés dans leurs pores soit par de la vapeur d'eau soit par un mélange constitué de vapeur d'eau et d'air. Ces matières sont généralement activées techniquement vers 800°C et 1000°C de manière à créer des pores de quelques Angströms de diamètre à l'intérieur desquels les composés vont se fixer. L'activation peut aussi se faire chimiquement avec un agent déshydratant à une température comprise entre 400°C et 600°C.

Certains charbons actifs sont même imprégnés de métaux ou de sels minéraux afin d'améliorer l'absorption des polluants. La taille des pores sera fonction des composés que l'on souhaite éliminer. Par exemple, les faibles concentrations de micro-polluants seront mieux éliminées sur des charbons microporeux, c'est-à-dire ayant des pores inférieurs à 20 Angströms.

Les tunnels (11, 12, 13) sont, par exemple, à section sensiblement carrée. Les tunnels (11, 12, 13) sont des constructions mécano-soudées inoxydables. A l'intérieur de ces tunnels (11, 12, 13), dans un plan sensiblement horizontal, sont montées deux crémaillères (112, 122, 132) de guidage, fixées respectivement sur les deux faces opposées de la paroi interne des tunnels (11, 12, 13). Chaque crémaillère (112, 122, 132) a ses dents dirigées vers le haut. Dans chaque tunnel (11, 12, 13), les deux crémaillères (112, 122, 132) sont écartées dans le plan horizontal d'une distance correspondant à la distance entre les deux couronnes dentées (203) d'extrémité d'un conteneur (20) à déchets. Ainsi, un conteneur (20) est destiné à être disposé horizontalement suivant son axe de révolution, sur ses deux couronnes dentées (203) d'extrémité sur les deux crémaillères (112, 122, 132) de guidage d'un tunnel (11, 12, 13). Les crémaillères (112, 122, 132) de guidage permettent en outre d'assurer la rigidité des tunnels (11, 12, 13). Lorsqu'un piston (140) d'un cylindre (14, 15, 16) est positionné en entrée ou en sortie d'un tunnel (11, 12, 13) pour, respectivement, décharger un conteneur (20) de déchets (30) dans le tunnel (11, 12, 13) ou charger un conteneur (20) de déchets (30) étant passé dans le tunnel (11, 12, 13), il est positionné dans le cylindre (14, 15, 16), de sorte que son support (145) de conteneur (20), comprenant deux rangées (1450) de dents écartées de la même distance que celle séparant les deux crémaillères (112, 122, 132) de guidage, se trouve à hauteur de ces deux crémaillères (112, 122, 132) de guidage du tunnel (11, 12, 13). Ainsi le plateau prolonge les deux crémaillères (112, 122, 132) pour décharger son conteneur (20) mis en mouvement par les éléments (21) de motorisation sur ces crémaillères (112, 122, 132) ou pour charger un conteneur (20) mis en mouvement par les éléments (21) de motorisation en direction du piston (140).

Lorsque le conteneur (20) est rempli de déchets (30) à traiter, celui-ci est fermé par son couvercle constituant sa face supérieure (204) supportant une couronne (203) dentée d'extrémité. Le couvercle est fermé par un système de goupilles bétas (205). Les conteneurs (20) remplis de déchets (30) et fermés sont chargés dans le piston (140) creux du premier cylindre (14) ayant sa partie ouverte en vis-à-vis de l'ouverture de chargement du premier cylindre (14). Ce chargement pourra être effectué, par exemple, par un dispositif d'introduction muni d'un bras saisissant un par un, les conteneurs (20) en position verticale et comprenant un moyen pour retourner les conteneurs (20) afin de les mettre dans une position horizontale. Le piston (140) creux de ce premier cylindre (14), une fois chargé d'un conteneur (20) de déchets et d'un certain nombre d'éléments (21) de motorisation, par exemple cinq, remonte dans le cylindre puis pivote à 180° dans le cylindre (14) pour mettre en vis-à-vis sa partie latérale ouverte avec l'entrée du tunnel (11) du sécheur.

En sortie du sécheur (11), le conteneur (20), mis en mouvement par les éléments (21) de motorisation, s'introduit dans le piston (140) creux du deuxième cylindre (15) alors dans une position haute. Le piston (140) descend alors d'une distance suffisante pour recevoir, par exemple, cinq éléments (21) de motorisation à charbons actifs. Le piston (140) pivote alors de 180° dans son cylindre (15), obturant alors la sortie du sécheur (11). Le piston (140) du troisième cylindre (16) est alors en position pour obturer soit l'entrée du tunnel (13) du bassin de déchloruration soit la sortie du tunnel (12) du four de thermolyse. Une pompe à vide (147), par exemple fixée sur la face supérieure (141) du piston (140), est alors chargée de faire le vide dans le four de thermolyse (12) fermé hermétiquement par la position des pistons (140) des deuxième (15) et troisième (16) cylindres. Une fois le vide réalisé, le piston (140) du deuxième cylindre (15) descend pour se placer dans l'axe du tunnel (12) du four de thermolyse. Le piston (140) pivote alors de 180° dans le cylindre (15) pour positionner sa partie latérale ouverte en vis-à-vis de l'entrée du tunnel (12) du four de thermolyse. Le système (146) de chaîne pousseuse intégré au piston (140) s'anime alors pour introduire les éléments (21) de motorisation mettant en mouvement le conteneur (20) contenu dans le piston (140), dans le

four de thermolyse (12) vide d'air. Le piston (140) pivote alors de nouveau de 180° puis remonte jusqu'à se positionner dans l'axe du tunnel (11) du sécheur. Il pivote alors de nouveau de 180° et un nouveau cycle, tel que décrit ci-dessus, peut commencer.

5 Le tunnel (12) du four de thermolyse est, comme le tunnel (11) du sécheur, une construction mécano-soudée à coque (120) creuse. Contrairement aux autres tunnels (11, 13), le tunnel (12) du four de thermolyse est fabriqué à base d'acier inoxydable réfractaire de type NS30 qui dispose de caractéristiques et de performances garanties nettement supérieures aux
10 contraintes maximales imposées par la réaction de thermolyse pratiquée. Le tunnel (12) du four de thermolyse est une construction fixe, sans joints dynamiques. Il est constitué de tôles pliées, de manière à constituer des caissons (non représentés) de 1,5 m de long assemblés, les tôles ayant une épaisseur de 8 mm. Les deux caissons de chaque extrémité du four de
15 thermolyse (12) ne sont pas chauffés, de manière à pouvoir contrôler thermiquement les zones de chargement et de déchargement des conteneurs (12), respectivement en entrée du four de thermolyse (12) et en sortie du four de thermolyse (12). Comme pour le tunnel (11) du sécheur, la rampe (121) est destinée à guider les éléments (21) de motorisation des conteneurs (20) le long
20 du tunnel (12), comme représenté sur la figure 2.

La température entretenue à l'intérieur du four de thermolyse sera comprise entre 400°C et 500°C, celle-ci pouvant faire l'objet d'un réglage, ceci pour éviter d'éventuels incidents avec l'oxygène.

Comme représenté sur la figure 1, un incinérateur (10) de gaz
25 comprenant des brûleurs est chargé de créer la chaleur nécessaire pour la réaction de thermolyse. La chaleur apportée par l'incinérateur sera de 850°C, de manière à obtenir dans le four de thermolyse (12) une température comprise entre 400°C et 500°C. Cet incinérateur (10) comprend notamment une sortie matérialisée par un premier conduit (100) permettant de véhiculer la chaleur
30 produite vers le four de thermolyse (12) et une entrée matérialisée par un deuxième conduit (102) destiné à récupérer les gaz s'échappant lors de la réaction de thermolyse sur les déchets (30) contenus dans les conteneurs (20).

Le premier conduit (100) se divise en plusieurs conduits (101) parallèles menant dans la coque (120) du four de thermolyse (12), ces conduits (101) reliant la coque (120) du four de thermolyse (12) à plusieurs endroits le long de sa longueur, de manière à obtenir une répartition de la chaleur la plus uniforme possible dans le four de thermolyse (12). Le deuxième conduit (102) se divise également en plusieurs conduits (103) joignant l'intérieur du four de thermolyse (12) à plusieurs endroits pour récupérer les gaz de thermolyse s'échappant lors de la réaction de thermolyse sur les déchets (30) par les trous (201) percés dans les conteneurs (20). Les gaz issus de la décomposition des déchets (30) créée par la thermolyse sont donc évacués vers l'incinérateur (10) au travers de la pluralité de conduits (102, 103), dont la température est particulièrement contrôlée pour éviter que des gaz polluants s'échappent. Cette évacuation est symbolisée par la flèche en trait plein sur la figure 2. Cette température doit rester toujours comprise entre 272°C correspondant au point de rosée des hydrocarbures et 357°C correspondant au point d'ébullition du mercure. La pluralité de conduits (102, 103) sera donc refroidie ou réchauffée pour rester dans cette espace de température pour ainsi s'assurer de la condensation du mercure et s'affranchir du point de rosée des hydrocarbures. Les éléments dont les points d'ébullition sont inférieurs à 280°C sont les suivants :

- 20 - le fluor, l'iode, le chlore et le brome, c'est-à-dire les halogènes. Tous ces éléments sont donc piégés dans les charbons actifs des éléments de motorisation interposés entre les conduits d'évacuation des gaz de thermolyse et les conteneurs de déchets. Ces composés sont également piégés en partie par les charbons actifs formés par la réaction de thermolyse sur les déchets.
- 25 - l'hélium, le néon, l'argon, le krypton, le xénon et le radon sont des gaz inertes.

Les éléments restants dont les points de rosée sont situés en dessous de l'espace de température sont l'hydrogène, l'oxygène, qui se combinent avec le carbone pour fournir les gaz de thermolyse non piégés par les éléments de motorisation à charbons actifs et passant par les conduits (103) parallèles du deuxième conduit (102). Les gaz de thermolyse sont donc constitués de H₂ (dihydrogène) à hauteur de 11%, de CH₄ (méthane) à hauteur de 15%, de CO

(monoxyde de carbone) à hauteur de 20%, de CO₂ (dioxyde de carbone) à hauteur de 30%, de C₂H₄ (éthylène) à hauteur de 6%, de C₂H₆ (éthane) à hauteur de 5% et d'autres hydrocarbures en compagnie de vapeur d'eau à hauteur de 13%.

5 Les gaz de thermolyse évacués du four de thermolyse (12) vers l'incinérateur (10) par le deuxième conduit (102) sont donc exempts de tout polluant et constituent de parfaits combustibles pour être brûlés dans l'incinérateur (10) pour former des gaz de combustion. Une partie de ces gaz de combustion peut alimenter en chaleur le four de thermolyse (12) de manière
10 à entretenir la réaction de thermolyse dans le four de thermolyse (12).

Une autre partie des gaz de combustion obtenus par la combustion d'une partie des gaz de thermolyse pourra être utilisée pour alimenter un moyen récupérateur d'énergie, tel qu'un moteur de Stirling (4), éventuellement modifié par Ericsson actionnant, par exemple, un alternateur. Le moteur de
15 Stirling modifié par Ericsson présente la particularité de disposer d'un rendement très important. Il présente également l'avantage de fonctionner selon un mécanisme de combustion externe, c'est à dire que la combustion du carburant ne se fait pas à l'intérieur du mécanisme central du moteur. De ce fait, les risques d'encrassement et d'irrégularités de combustion dus à la
20 composition hétérogène des gaz de thermolyse présentent beaucoup moins de difficultés que pour un moteur à combustion externe.

La création de chaleur dans l'incinérateur (10), avant la récupération des premiers gaz issus de la thermolyse, est initiée à l'aide d'un combustible, tel que, par exemple, du propane. Ce combustible pourra servir également de
25 combustible de réserve au cas où une quantité insuffisante de gaz de thermolyse serait produite par la réaction.

Le four de thermolyse (12) comprend également des conduits (104) d'évacuation de la chaleur régnant au sein de sa coque (120). Ces conduits (104) joignent la coque (110) du sécheur (11) placé juste au-dessus du four de
30 thermolyse (12). Cette chaleur régnant dans la coque (110) du sécheur (11) est directement réutilisée pour sécher les déchets (30) avant leur introduction dans le four de thermolyse (30). De même, le sécheur comprend une arrivée d'air

(113) symbolisée par la flèche en trait plein sur la figure 2 et un conduit (105) d'évacuation de la chaleur vers l'extérieur du tunnel (11) et une pluralité de conduits (106) traversant la coque pour relier l'intérieur du sécheur à l'extérieur pour permettre l'évacuation de la vapeur d'eau formée par le séchage des déchets (30) dans les conteneurs (20). Cette évacuation est symbolisée sur la figure 2 par la flèche en trait plein. Cette vapeur d'eau peut, par exemple, être récupérée pour alimenter, à l'aide d'un condenseur, un bassin. Le mouvement de la chaleur est symbolisé sur la figure 2 par les flèches en trait plein.

Le chargement des conteneurs (20) et des éléments de motorisation dans le troisième cylindre en sortie du four de thermolyse (12) est identique au chargement en sortie du sécheur (11). Toutefois ce déchargement des conteneurs (20) et des éléments (21) de motorisation dans le bassin de déchloruration situé juste au-dessous du four de thermolyse (12) présente la particularité d'être réalisé sous le niveau de l'eau, de manière à éviter toute entrée d'air.

Dans le bassin de déchloruration (13), sont lavés les charbons actifs constitués des solides carbonés formés par la réaction de thermolyse sur les déchets et contenus dans les conteneurs (20) et de ceux compris dans les éléments (21) de motorisation ayant piégé les gaz polluants. Cette opération de lavage a pour but d'éliminer les halogènes, en particulier le chlore, de ces composés. Des conditions particulières de lavage sont nécessaires afin d'obtenir une parfaite séparation des halogènes des charbons actifs. L'opération de lavage consiste à épurer le carbone formant les éléments de motorisation et les solides carbonés en produisant, par exemple, des chlorures en combinant, par exemple les ions chlores polluant les charbons actifs avec des cations contenus dans l'eau du bassin de déchloruration tels que Na⁺ (ion sodium), K⁺ (ion potassium), Ca²⁺ (ion calcium)...

Après le lavage dans le bassin de déchloruration, les conteneurs (20) ainsi que les éléments (21) de motorisation sont amenés dans un quatrième cylindre (17) situé juste sous le deuxième cylindre (15) et traversé par le bassin de déchloruration (13). Les conteneurs et les éléments de motorisation sont donc toujours dans l'eau lorsqu'ils sont dans le quatrième cylindre (17). Les

conteneurs (20) sont alors extraits du quatrième cylindre (17) et de l'eau par un bras (170), alors que les éléments (21) de motorisation sont saisis par un opérateur au fond du bassin (13). Ensuite, les conteneurs (20) sont saisis par un autre bras (171) pouvant être, par exemple, similaire à celui utilisé dans le
5 dispositif d'introduction et sont mis en position verticale. Dans cette position, les goupilles bétas (205) sont ôtées pour retirer le couvercle, ces deux éléments étant disposés sur un tapis roulant les ramenant vers le poste de remplissage (27) des conteneurs (20) en déchets. Le conteneur (20) toujours supporté par le bras et son contenu sont vidés dans un bassin (18) adjacent au bassin de
10 déchloruration (13) et prolongeant celui-ci.

A ce stade, les solides carbonés formés par la thermolyse des déchets flottent à la surface du bassin (18) avec souvent des morceaux d'aluminium très fins. Ces éléments sont pompés à l'aide d'une pompe (182) pour être amenés sur un filtre (19) à bande équipé de résines (190) échangeuses d'ions.
15 Les éléments restants de la réaction de thermolyse, métaux et minéraux se retrouvent au fond du bassin (18). Ils sont parfaitement propres d'un point de vue chimique et très facilement identifiables en utilisant, par exemple, les courants de Foucault. Ils ne sont pas oxydés et sont très faciles à valoriser. Dans le fond du bassin (18), ils tombent sur un tapis roulant (180) permettant
20 de les sortir du bassin et de les convoier vers un moyen de récupération tel qu'une benne (181).

Le filtre (19) à bande est constitué d'un tapis roulant (191) percé de très petits trous à travers desquels est créée une dépression à l'aide d'un système Venturi (192) permettant d'emporter l'eau chargée en sel des solides carbonés
25 sur les résines (190) échangeuses d'ions. Ces résines (190) ont dans leur structure moléculaire, des radicaux acides et basiques susceptibles de permuter respectivement avec des ions métalliques et des anions comme les chlorures. Ces résines sont traitables, ce qui permet de réutiliser l'eau emportée des solides carbonés.

30 Après le passage sur le filtre (19) à bande, les solides carbonés séchés sont finement broyés et tamisés (21), de manière à isoler les éventuels éléments inertes susceptibles d'être encore présents à ce niveau du traitement.

Le produit alors devenu pulvérulent est exploité dans un bassin (230) dans une flottation (23) précédée d'une agitation (22) dans un autre bassin (220) adjacent, de manière à séparer les éléments carbonés et les éléments cendreaux. Les éléments carbonés vont s'agglomérer en surface du bassin
5 (230) de flottation avec un corps gras, tel que, par exemple, de l'huile filtrée ou du fioul que l'on aura ajouté lors de l'agitation dans le bassin d'agitation (220). Les éléments cendreaux vont aller naturellement au fond du bassin (230) de flottation. Les éléments carbonés récupérés sont alors aptes à être réutilisés dans tous types de procédés thermiques. En revanche, les éléments cendreaux
10 comprenant en particulier les métaux lourds font l'objet d'un traitement particulier.

Ce traitement consiste en un traitement hydrothermal (25) permettant d'oxyder les métaux lourds. Selon l'invention, ce traitement est réalisé dans des conteneurs (50) spécifiques ou conteneurs d'oxydation, par exemple de forme
15 cylindrique et représentés en figure 5. Ces conteneurs (50) d'oxydation sont remplis, par exemple par un opérateur, avec une petite quantité de matières cendreauses, le volume du conteneur (50) étant complété par un volume d'eau additionné ou non d'un oxydant. Un disque (500) métallique est placé pour refermer le conteneur (50). Un couvercle (501) vient ensuite se visser sur une
20 partie filetée formée sur la surface latérale extérieure du conteneur (50), de manière à venir bloquer par serrage le disque métallique (500). Ce couvercle (501) est taraudé en son centre sur toute son épaisseur. Une vis, dite de pression, ayant un corps de vis d'une longueur supérieure à l'épaisseur du couvercle, vient se visser dans ce taraudage du couvercle (501) pour venir en
25 contact avec la face du disque (500) métallique en appui contre le couvercle (501) et de manière à déformer le disque (500) métallique. Cette déformation provoque très vite une montée de la pression de l'eau en contact avec la face du disque (500) opposée à celle en appui contre le couvercle (501). Le conteneur (50) a des dimensions pour être inséré dans un conteneur (20) de
30 déchets en étant, par exemple, fixé coaxialement sur le conteneur (20) de déchets, comme représenté en figure 4. Le conteneur (50) a des dimensions de sorte à pouvoir s'insérer dans l'espace libre formé au milieu d'un pneu.

L'étape (26) d'introduction de ce conteneur (50) dans le conteneur (20) de déchets est préalable à l'étape (27) de chargement en déchets du conteneur (20) de déchets, comme représenté en figure 1. Une fois le conteneur (50) inséré dans le conteneur (20) de déchets et ce conteneur (20) de déchets rempli de déchets à traiter par thermolyse, le conteneur (20) de déchets est refermé et introduit dans l'installation (1) de traitement selon la description faite ci-dessus. Une fois parvenue dans le four de thermolyse (12), l'eau comprise dans le conteneur (50) est chauffée jusqu'à atteindre et dépasser son point supercritique situé à une température de 374°C et une pression de 221 bars.

5

10 Au-delà de ce point supercritique, se produit la réaction hydrothermale de l'eau. Cette réaction hydrothermale se caractérise par le fait que l'eau est oxydée et oxyde également tout ce qu'elle contient et en particulier, selon l'invention, les matières cendreuses comprenant les métaux lourds. Ainsi à l'issue de ce traitement hydrothermal, il n'y aura que des oxydes de métaux, autrement dit

15 des éléments tels qu'ils existent à l'état naturel sous forme de minerais.

(complément de description)

Dans le mode de réalisation décrit ci-dessous et représenté en figures 7 à 9, les gaz de chauffage du tunnel de thermolyse ne sont pas utilisés pour le chauffage du tunnel de séchage. Il est toutefois évident que

20 cette variante est également applicable aux autres modes réalisation. De même il est tout à fait possible de prévoir un tunnel de séchage chauffé comme décrit pour les modes de réalisations illustrés en figures 1 à 6.

Selon un mode de réalisation illustré en figures 7 à 8b, les différentes

25 étapes de traitement s'appliquant aux déchets en conteneurs (20) sont effectuées lors d'un convoyage de ces conteneurs dans des tunnels (11', 12', 13') situés sensiblement sur un même niveau entre eux.

Le tunnel (12') de thermolyse est alors alimenté en conteneurs (20) par une portion de tunnel comportant deux portes formant un sas (15') d'entrée en

30 amont, et deux autres formant un sas (16') de sortie en aval. Ces portes peuvent par exemple être des portes (163, 164) guillotines, déplacées entre

une position ouverte et une position fermée selon une translation dans un plan sensiblement perpendiculaire à la direction de convoyage des conteneurs. Ces portes sont déplacées par des moyens d'actionnement, par exemple un moteur entraînant un pignon (165, 166) denté agissant sur une crémaillère solidaire de la porte (163, respectivement 164) et disposée dans le plan de son déplacement. Pour permettre le maintien en basse pression de la zone de thermolyse, une étanchéité peut alors être assurée par des moyens d'étanchéité disposés sur le pourtour de la porte. Ces moyens d'étanchéité comprennent par exemple un ou plusieurs joints (167, 168) gonflables aptes à résister aux pressions et aux températures présentes dans cette zone. A titre d'exemple, un tel joint gonflable peut être prévu pour maintenir une étanchéité jusqu'à environ 6 bars, et résister de façon prolongée à des températures de l'ordre de 250°C.

Dans ce mode de réalisation, un ou plusieurs tunnels sont disposés selon une pente formant un angle (α_{12}) avec le sol, et le déplacement des conteneurs (20) à l'intérieur des ces tunnels se fait par un roulage sous l'effet de la gravité. Dans ce cas, ce roulage n'utilise pas d'éléments (21) de motorisation tels que décrits plus haut et les conteneurs peuvent ne pas comporter de grande couronne (202) dentée sur leur périphérie. Les conteneurs sont supportés et guidés par des couronnes (203) d'extrémité, qui peuvent être dentées et roulent sur des crémaillères (112, 122, 132) latérales ou annexes disposées le long du parcours de convoyage des conteneurs, en particulier le long des parois internes des tunnels. Ces crémaillères peuvent comporter des parties mobiles sur tout ou partie de leur longueur. Ces parties mobiles peuvent être actionnées par des moyens de mobilisation, par exemple des vérins hydrauliques ou pneumatiques, de façon à lancer ou relancer le mouvement des conteneurs, ou permettre le franchissement de certaines portions dépourvues de crémaillères, en particulier pour le passage d'une porte.

Pour lancer ou relancer le mouvement d'un conteneur (20) situé dans un endroit donné du chemin de convoyage, une portion (162) mobile de crémaillère est inclinée de façon plus accentuée par une rotation autour d'un

axe sensiblement horizontal sous l'effet d'un vérin (161), ce qui déclenche ou accélère le mouvement du conteneur reposant sur cette même partie mobile. Un tel déclenchement est illustré en figures 8a et 8b, pour une portion de chemin de convoyage située à l'intérieur d'un sas, par exemple le sas (16') de sortie du tunnel (12') de thermolyse.

Lors de l'arrivée d'un conteneur en fin de zone de thermolyse, une pompe à vide (169) amène le sas (16') à une pression proche de celle de l'intérieur du tunnel de thermolyse. Puis, le joint (167) de la porte (163) amont du sas (16') de sortie de thermolyse se dégonfle et la porte s'ouvre par une translation vers le haut. Sous l'effet d'un vérin (161) associé à des moyens de guidage (non représentés), une portion de crémaillère, dite crémaillère (162) de sas, est déplacée jusqu'à assurer une continuité avec la crémaillère (122) annexe de support et de guidage du tunnel (12') de thermolyse. Le conteneur (20) le plus proche peut alors rouler sur ces deux crémaillères aboutées, pour pénétrer à l'intérieur du sas (16') ainsi qu'illustré en figure 8a. Une fois le conteneur à l'intérieur du sas, la crémaillère (162) de sas est ramenée à l'intérieur de l'espace située entre les deux portes. La porte (163) amont ou porte d'entrée est alors refermée et étanchéifiée par gonflage de son joint (167).

Une fois le sas (16') étanchéifié du côté amont, le joint (168) de la porte (164) aval, ou de sortie, se dégonfle et cette porte s'ouvre par une translation vers le haut. Par une action du vérin (161) associée à des moyens de guidage (non représentés), la crémaillère (162) de sas est alors déplacée en translation jusqu'à assurer une continuité avec la crémaillère (132) annexe de support et de guidage du tunnel (13') de sortie ou de refroidissement. La crémaillère (162) de sas est alors inclinée selon un axe sensiblement horizontal pour soulever sa partie amont et déclencher le roulage du conteneur (20), depuis l'intérieur du sas jusqu'au tunnel (13') de sortie. Une fois le conteneur (20) sorti du sas (16') la porte (164) aval du sas se referme, son joint (167) se regonfle, et le sas est prêt pour recevoir un autre conteneur en provenance du tunnel de thermolyse.

De la même façon, le tunnel (12') de thermolyse reçoit les conteneurs à traiter au travers d'un sas (15') d'entrée fonctionnant selon le même principe.

L'utilisation de tels sas avec portes escamotables et crémaillères mobiles permet en particulier de diminuer la complexité des dispositifs nécessaires pour faire passer les conteneurs entre l'espace extérieur et l'espace chaud et dépressurisé du tunnel de thermolyse, ou entre celui-ci et le tunnel de sortie ou le bassin de déchloruration.

L'utilisation de tunnels ou de chemins de convoyage inclinés, éventuellement assortis de crémaillères mobiles, permet de simplifier les moyens de mobilisation utilisés pour déplacer les conteneurs, et simplifier la structure des conteneurs.

Dans ce mode de réalisation, les gaz de thermolyse issus du tunnel (12) de thermolyse sont filtrés dans au moins un filtre (210) statique utilisant par exemple du charbon actif pour capturer les éléments indésirables qu'ils contiennent. Ainsi que représenté en figure 9, un filtre (210) comprenant des éléments filtrants à base de charbon actif est alors traversé par les gaz issus de la thermolyse des déchets et amenés par un ou plusieurs conduits (102). Ce filtre est monté sur une tourelle (2100) ou un carrousel et peut être remplacé facilement par un autre (210') lorsque ses éléments filtrants sont saturés. Pendant qu'un filtre est en place et épure les gaz de thermolyse, un filtre saturé est vidé de son charbon dans une enceinte (211) de dissolution. Cette enceinte de dissolution est alors emplie d'un fluide de lavage, par exemple un mélange gazeux comprenant du dioxyde de carbone (CO₂). Des moyens (214) de pompage viennent alors porter ce fluide de lavage à des conditions de température et de pression suffisante pour qu'au moins une partie se trouve en état supercritique, c'est à dire au-dessus de son « point triple ». Dans le cas du dioxyde de carbone, cet état supercritique est obtenu lorsque la température est supérieure à 31°C et la pression supérieure à 73 bars.

Dans cet état supercritique, le dioxyde de carbone a la capacité de dissoudre le charbon solide ou pulvérulent provenant du filtrage des gaz de thermolyse. Dans l'enceinte de dissolution subsistent alors des cendres

renfermant les éléments initialement contenus dans les gaz de thermolyse et filtrés par le charbon actif.

Une fois le charbon dissous par le dioxyde de carbone, l'enceinte (211) de dissolution est mise en communication avec une enceinte (212) de détente par des moyens de communication, par exemple une valve (213). La pression à l'intérieur de cette enceinte (212) de détente est alors relâchée, ce qui provoque une re-déposition du charbon précédemment dissous. Le dioxyde de carbone est alors réutilisé par les moyens de pompage pour un autre cycle de lavage, et le charbon est évacué par des moyens (216) d'évacuation. Ce charbon est donc débarrassé des polluants qu'il avait accumulés lors du filtrage des gaz de thermolyse, et peut être réutilisé sans danger. Il peut être réactivé pour réutilisation dans un cycle de filtrage, ou valorisé sous forme de combustible.

Après évacuation du dioxyde de carbone supercritique de l'enceinte (211) de dissolution vers l'enceinte de détente, les éléments polluants présents dans l'enceinte de dissolution sont évacués par des moyens (215) d'évacuation, par exemple pour être traités par un traitement hydrothermal de la même façon que les cendres et métaux lourds issus des solides carbonés provenant de la thermolyse.

Par ce procédé de lavage du charbon de filtrage des gaz, il est ainsi possible de se débarrasser des gaz de thermolyse ou de les valoriser comme combustible sans qu'ils contiennent d'éléments polluants non traités.

Dans un mode de réalisation représenté en figures 10a et 10b, le procédé hydrothermal de traitement des cendres s'effectue séparément du passage des conteneurs (20) de déchets dans le tunnel (12, 12') de thermolyse. Ce mode de réalisation peut s'appliquer aux cendres issues des solides carbonés restant dans les conteneurs (20) après thermolyse, comme aux cendres provenant du lavage du charbon utilisé pour l'épuration des gaz de thermolyse. Il est bien sûr évident que cette variante du procédé de traitement des cendres peut être tout à fait combinée avec les autres modes de réalisation décrits ici.

Dans ce mode de réalisation, les cendres à traiter sont enfermées avec un liquide, par exemple de l'eau éventuellement additionnée d'un oxydant, dans un conteneur (50') d'oxydation. Ce conteneur d'oxydation est alors porté à haute pression par des moyens de mise en pression, par exemple une pompe
5 (51) haute pression venant se fixer sur l'ouverture du conteneur. L'intérieur du conteneur d'oxydation est séparé en une première partie, ou partie (50a) chaude, et une deuxième partie, ou partie (50b) froide. Cette première partie (50a), ou partie chaude, reçoit les cendres et est située dans une région du conteneur (50') éloignée de la pompe (51). Cette partie chaude peut être
10 maintenue sous pression une fois la pompe désactivée ou retirée, par exemple par un clapet anti-retour permettant l'entrée de l'eau dans la première partie puis son maintien en pression mais pas sa sortie.

Une fois que le mélange de cendres et d'eau est mis en pression dans la première partie (50a), la pression est relâchée dans la seconde partie (50b).
15 Le conteneur est alors chauffé par des moyens (53) de chauffage, principalement ou uniquement dans sa première partie (50a) contenant les cendres.

Lors de ces opérations, la pression et la température appliquées dans la première partie (50a) du conteneur (50') d'oxydation sont choisies de façon à
20 ce que l'eau se trouve dans un état supercritique. Ces conditions sont choisies en particulier pour que la température soit supérieure à 374°C et la pression supérieure à 250 bars.

A l'état supercritique, l'eau a la capacité d'oxyder les polluants contenus dans les cendres, en particulier les métaux lourds. Après ce
25 traitement, les polluants contenus dans les cendres sont donc à l'état d'oxydes, forme sous laquelle ils existent à l'état naturel.

Du fait de la capacité d'oxydation de l'eau à l'état supercritique, les parois du conteneur et des mécanismes qu'il contient sont également susceptibles d'être rapidement oxydés et détériorés. Le procédé ici décrit a
30 donc l'avantage de confiner cette oxydation à la seule première partie (50a) du conteneur (50') d'oxydation. Pour des raisons de coût ou de maintenance, cette première partie peut par exemple être prévue en tant que revêtement intérieur

étanche. De même, les éléments complexes et fragiles comme la pompe haute pression ne seront pas détériorés, puisque l'eau n'atteint pas l'état supercritique dans cette deuxième partie (50b). En effet, la pression dans la deuxième partie (50b) est déjà redescendue sous le seuil du point triple lorsque
5 le conteneur d'oxydation est chauffé. Cette séparation en deux parties de pressions différentes permet ainsi de déterminer précisément la région dans laquelle l'eau atteint son état supercritique.

(fin de complément)

10

Ainsi, l'invention propose un procédé de traitement de déchets industriels et/ou ménagers, caractérisé en ce qu'il comprend notamment un chargement des déchets dans une pluralité de conteneurs percés, une
15 thermolyse des déchets dans les conteneurs (20) en convoyage dans un four de thermolyse (12) et un ou plusieurs traitements des produits issus de cette thermolyse, les conteneurs percés comportant au moins une partie (203) d'une forme permettant à ces conteneurs de rouler sur eux-mêmes dans le four de thermolyse, réalisant ainsi le déplacement des conteneurs et le retournement
20 par gravité de leur contenu.

Selon une particularité, le procédé comprend, avant la thermolyse, un séchage des déchets (30) dans les conteneurs (20) en convoyage dans un sécheur (11) chauffé par de la chaleur résiduelle des moyens utilisés pour chauffer le four de thermolyse.

25 Selon une particularité, le procédé comprend un recyclage d'une partie des gaz issus de la thermolyse comme combustible, obtenir la chaleur nécessaire à la thermolyse ou pour alimenter au moins un moyen (4) de récupération d'énergie, ou les deux.

Selon une particularité, les gaz de thermolyse sont évacués dans des
30 conduits (102, 103) d'évacuation dont la température est particulièrement

contrôlée par chauffage ou refroidissement des conduits, de manière à éviter l'échappement de gaz polluants.

Selon une particularité, cette température dans les conduits (102, 103) d'évacuation est maintenue comprise entre 272°C et 357°C.

5 Selon une particularité, les gaz issus de la thermolyse perdent une partie des polluants qu'ils contiennent au contact d'éléments filtrants ou absorbants au charbon actif, disposés sur leur trajet dans le four de thermolyse, ou dans des moyens de filtrage disposés après leur sortie de ce four, ou les deux.

10 Selon une particularité, les éléments filtrants comprennent des éléments (21) de motorisation contenant des charbons actifs et assurant le mouvement en rotation des conteneurs (20) à déchets par un système de crémaillère.

15 Selon une particularité, le procédé comprend après la thermolyse, un lavage des solides carbonés issus de la thermolyse des déchets contenus dans les conteneurs (20), ou des charbons actifs des éléments (21) de motorisation, ou des deux, ce lavage s'effectuant par passage dans un bassin (13) de liquide.

20 Selon une particularité, un traitement des déchets après la thermolyse comprend les étapes suivantes

- séparation par gravité, dans un bassin (18) de séparation des solides carbonés d'une part et des métaux, minéraux ou oxydes de métaux d'autre part ;
- pompage des solides carbonés dans le bassin (18) de séparation ;
- 25 - filtrage de ces solides carbonés sur un filtre (19) à bande pour emporter l'eau sur des résines (190) échangeuses d'ions.

30 Selon une particularité, le procédé comporte un traitement des solides carbonés séchés issus de la thermolyse, ou du charbon actif après filtrage des gaz de thermolyse, ou des deux, ce traitement comprenant les étapes suivantes :

- broyage (21) et éventuellement tamisage des solides carbonés ;

- 5 - agitation (22) puis flottation (23), dans un bassin (230) de liquide, des solides carbonés broyés, de manière à créer une agglomération en surface des éléments de carbone avec un corps gras d'une part, et au fond du bassin des cendres contenant des métaux lourds d'autre part.

Selon une particularité, des charbons actifs (210, 210') pollués par le filtrage des gaz de thermolyse, ou des solides carbonés issus de la thermolyse, ou une combinaison de ces éléments, sont traités selon un procédé de séparation par gaz supercritique comprenant les étapes suivantes :

- 10 - confinement des éléments à traiter dans une enceinte (211) de dissolution avec un gaz de séparation ;
- mise en pression et température de l'enceinte (211) de dissolution de façon à ce que le gaz de séparation passe à l'état supercritique, entraînant une dissolution des charbons présents dans les éléments
- 15 à traiter et un dépôt sous forme de cendres des polluants qu'ils contiennent ;
- évacuation du gaz de séparation supercritique et du charbon dissous qu'il contient hors de l'enceinte (211) de dissolution ;
- détente du gaz de séparation en dessous des conditions d'état
- 20 supercritique et dépôt sous forme solide du charbon qu'il contenait.

Selon une particularité, le gaz de séparation utilisé comprend du dioxyde de carbone, l'enceinte (211) de dissolution étant portée à une pression supérieure à 73 bars et à une température supérieure à 31°C.

- 25 Selon une particularité, après la flottation (23) ou la séparation (211) par gaz supercritique, le traitement des cendres contenant les polluants ou les métaux lourds comprend un traitement hydrothermal par un liquide à l'état supercritique, apte à oxyder ces métaux ou dégrader ces polluants.

Selon une particularité, le traitement hydrothermal des cendres contenant les polluants ou les métaux lourds comprend les étapes suivantes :

- 30 - mélange des cendres à traiter avec de l'eau dans un conteneur d'oxydation (50, 50') ;

- montée en pression au-dessus de 221 bars et mise en température au-dessus de 374°C du contenu de ce conteneur (50, 50') d'oxydation de façon à ce que l'eau passe à l'état supercritique.

5 L'invention propose également une installation (1) pour le traitement des déchets industriels et/ou ménagers, caractérisé en ce qu'elle comprend un four de thermolyse (12, 12') comprenant des moyens de convoyage de conteneurs (20) percés contenant des déchets (30) à traiter, des moyens de séparation pour séparer les produits formés dans les conteneurs (20) par la
10 thermolyse et des moyens de traitement de ces produits séparés, les conteneurs comportant au moins une partie (203) présentant une forme permettant à ces conteneurs de rouler sur eux-mêmes dans le four de thermolyse, réalisant ainsi le déplacement des conteneurs et le retournement par gravité de leur contenu.

15 Selon une particularité, le four de thermolyse comprend un tunnel (12'), maintenu en dépression par des moyens de pompage et par lequel sont convoyés les conteneurs (20) contenant les déchets, ce tunnel comportant à chacune de ses extrémités une portion, dites sas (15') d'entrée et sas (16') de sortie, apte à recevoir au moins un conteneur (20) entre deux portes (163, 164)
20 dotées de moyens d'étanchéité et pouvant ainsi admettre ce conteneur dans le tunnel (12') de thermolyse ou l'en extraire sans mettre en communication directe l'intérieur du tunnel avec l'atmosphère extérieure.

Selon une particularité, au moins une porte (163, 164) d'au moins un sas (15', 16') du tunnel (12') de thermolyse s'ouvre ou se ferme selon un
25 mouvement de translation transversal à l'axe de ce tunnel, sous l'action d'au moins un actionneur (165, 166), et peut être rendue étanche, une fois fermée, par des joints (167, 168) comprenant au moins une partie gonflable apte à être pressée contre une partie de cette porte.

Selon une particularité, un conteneur (20) recevant les déchets est
30 creux et de forme cylindrique de révolution et comprend deux couronnes dentées (203) entourant son axe et situées aux deux extrémités du conteneur (20), et des trous (201) percés sur les sections de base du conteneur (20).

Selon une particularité, les moyens de convoyage du four (12, 12') de thermolyse comprennent un système de crémaillères (112, 122, 132) annexes, dites crémaillères de roulage, avec lesquelles viennent collaborer les couronnes dentées (203) d'extrémité des conteneurs (20) pour soutenir et
5 guider les conteneurs (20) en mouvement.

Selon une particularité, au moins une portion des crémaillères (112, 122, 132) de roulage présente avec le sol une pente d'un angle supérieur à un angle (α_{12}) déterminé, cette pente permettant de faciliter ou de prolonger le roulage des conteneurs dans le tunnel (12') de thermolyse.

10 Selon une particularité, les crémaillères (112, 122, 132) de roulage comportent au moins une partie (162) mobile en translation selon la direction de roulage, ou en rotation autour d'un axe horizontal et perpendiculaire à la direction de roulage, ou une combinaison de ces mouvements, cette partie mobile étant actionnée par des moyens (161) de mobilisation permettant de
15 déplacer ainsi la partie (162) mobile de façon soit à assurer la continuité du roulage dans une région déterminée, soit à augmenter la pente de la crémaillère et déclencher ou entretenir le mouvement de roulage d'au moins un conteneur, soit les deux.

Selon une particularité, les moyens de convoyage comprennent un
20 système de crémaillère comprenant une pluralité d'éléments (21) de motorisation mis en mouvement par des moyens d'actionnement, placés au-dessus des conteneurs (20) en position horizontale et assurant le mouvement en rotation des conteneurs en collaborant avec une première couronne (202) dentée disposée sur la surface extérieure des conteneurs (20) et autour de leur
25 axe.

Selon une particularité, l'installation comporte des moyens de filtrage ou d'absorption des polluants contenus dans les gaz issus de la thermolyse, ces moyens de filtrage ou d'absorption comprenant des éléments au charbon actif, disposés sur le trajet de ces gaz trajet dans le four de thermolyse, ou
30 dans des moyens de filtrage disposés après leur sortie de ce four, ou les deux.

Selon une particularité, dans le four (12) de thermolyse, les moyens de filtrage ou d'absorption comprennent des charbons actifs, contenus dans les

éléments (21) de motorisation et s'interposant entre d'une part les conteneurs (20) des déchets (30) et d'autre part des conduits (102, 103) formant les moyens de récupération des gaz de thermolyse.

Selon une particularité, l'installation comprend des moyens de lavage des déchets contenus dans les conteneurs en convoyage ou des charbons actifs ayant filtré les gaz de thermolyse, ces moyens de lavage étant situés en aval du four de thermolyse et constitués d'un bassin (13) de lavage par immersion.

Selon une particularité, l'installation comprend des moyens de récupération des gaz de thermolyse formés par la thermolyse des déchets dans les conteneurs (20) percés, et soit des moyens de combustion d'une partie des gaz de thermolyse pour alimenter en chaleur le four de thermolyse, soit des moyens de récupération d'une partie des gaz de thermolyse, dont la combustion est utilisée par des moyens de combustion pour alimenter un moyen (4) de récupération d'énergie, soit une combinaison de ces éléments.

Selon une particularité, l'installation comprend des moyens de récupération de la chaleur utilisée pour la thermolyse, ces moyens de récupération alimentant un sécheur (11) destiné à sécher les déchets (30) en convoyage dans les conteneurs (20) par les moyens de convoyage, ce sécheur (11) étant situé en amont du four de thermolyse (12) et comprenant d'une part des moyens de récupération de la vapeur d'eau formée par le séchage des déchets et d'autre part des moyens d'évacuation de la chaleur.

Selon une particularité, le bassin (13), le four de thermolyse (12) et le sécheur (11) sont constitués de trois tunnels (11, 12, 13) à coque (110, 120, 130) creuse superposés respectivement dans lesquels sont convoyés les conteneurs (20), l'introduction des conteneurs (20) dans le sécheur (11), le passage des conteneurs du sécheur (11) au four de thermolyse (12) et le passage du four de thermolyse (12) au bassin (13), étant réalisés dans chacune de ces positions par un cylindre (14, 15, 16) positionné verticalement suivant son axe de révolution et comprenant un piston (140) mobile en translation et en rotation dans le cylindre (14, 15, 16) suivant l'axe du cylindre (14, 15, 16), ce piston (140) étant creux et partiellement ouvert sur sa surface

en vis-à-vis de la paroi interne du cylindre (14, 15, 16), l'ouverture étant dimensionnée sur le piston (140) de manière à pouvoir recevoir un conteneur (20) de déchets en sortie d'un tunnel (11, 12, 13) ou lors de l'introduction du conteneur (20) dans l'installation (1) et de sorte que la partie pleine de la surface du piston puisse obturer de manière étanche l'entrée ou la sortie des tunnels (11, 12, 12), de façon à pouvoir créer le vide nécessaire à la réaction de thermolyse à l'aide d'une pompe (147) à vide dans le four de thermolyse (12).

Selon une particularité, après le lavage, les conteneurs sont vidés dans un bassin (18) de séparation pour séparer les produits contenus dans les conteneurs (20) ayant subi la thermolyse, une partie des produits constituant les solides carbonés se retrouvant en surface du bassin (18) et une autre partie constituant des métaux ou minéraux se retrouvant au fond du bassin (18) sur un tapis roulant (180) élevant les minéraux vers l'extérieur du bassin (18) pour les amener vers un poste (181) de récupération.

Selon une particularité, une pompe (182), branchée entre le bassin (18) et un filtre (19), pompe les solides carbonés pour les amener sur le filtre (19) à bande percée de petits trous, un système Venturi créant une dépression à travers les trous du filtre (19) de manière à emporter l'eau chargée en sel des solides carbonés sur des résines (190) échangeuses d'ions.

Selon une particularité, l'installation comprend au moins une enceinte (211) de dissolution apte à recevoir des charbons actifs (210, 210') pollués par le filtrage des gaz de thermolyse, ou des solides carbonés issus de la thermolyse, ou une combinaison de ces éléments, et à être emplie d'un mélange à base de dioxyde de carbone, et comportant des moyens (214) de pompage aptes à amener le dioxyde de carbone dans l'enceinte à son état supercritique de façon à dissoudre le carbone solide présent dans l'enceinte, puis à évacuer ce dioxyde de carbone supercritique vers une enceinte (212) de détente en laissant dans l'enceinte (211) de dissolution les métaux ou polluants non dissous par le dioxyde de carbone.

Selon une particularité, des deuxièmes conteneurs (50, 50') ou conteneurs d'oxydation sont chargés d'une certaine quantité de cendres

contenant des polluants ou des métaux lourds mélangés à un mélange à base d'eau, l'installation comprenant des moyens de mise en pression et en température de ce mélange au-dessus du point triple de l'eau, ou jusqu'à ce que l'eau soit dans un état supercritique, afin d'oxyder les métaux lourds ou de
5 dégrader d'autres polluants contenus dans ces cendres.

Selon une particularité, les moyens de mise en pression de l'eau comprennent un disque (500) métallique souple fermant le conteneur (50) d'oxydation et sur lequel vient appuyer une vis (502) de pression vissée dans un couvercle (501) et traversant ce couvercle (501) vissé sur le conteneur (50)
10 pour serrer le disque (500) métallique, le conteneur (50) d'oxydation étant placé à l'intérieur d'un conteneur (20) de déchets pour être introduit dans l'installation (1) comprenant le four de thermolyse (12), afin d'obtenir l'état supercritique de l'eau et la réaction hydrothermale sur les cendres.

Selon une particularité, les moyens de mise en pression de l'eau
15 comprennent une pompe haute pression apte à être fixée à une deuxième partie (50b) ou partie froide du conteneur (50') d'oxydation pour mettre en pression l'intérieur de ce conteneur, l'intérieur de ce conteneur comprenant également une première partie (50a), ou partie chaude, apte à être maintenue sous pression, par des moyens (52) de confinement, pendant que la pression
20 est relâchée dans la partie (50b) froide, la partie (50a) chaude pouvant alors être chauffée par des moyens (53) de chauffage pour obtenir les conditions nécessaires au passage de l'eau à l'état supercritique dans ladite partie (50a) chaude.

Selon une particularité, ces conteneurs (50, 50') d'oxydation sont
25 portés à une pression supérieure à 221 bars et à une température supérieure à 375°C.

Selon une particularité, le moyen (4) de récupération de l'énergie comprend un moteur de Stirling modifié par Ericsson.

30 Il doit être évident pour les personnes versées dans l'art que la présente invention permet des modes de réalisation sous de nombreuses autres formes spécifiques sans l'éloigner du domaine d'application de

l'invention comme revendiqué. Par conséquent, les présents modes de réalisation doivent être considérés à titre d'illustration, mais peuvent être modifiés dans le domaine défini par la portée des revendications jointes, et l'invention ne doit pas être limitée aux détails donnés ci-dessus.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de traitement de déchets industriels et/ou ménagers, comprenant un chargement des déchets dans une pluralité de conteneurs percés, 5 une thermolyse des déchets dans les conteneurs en convoyage dans un four de thermolyse et un ou plusieurs traitements des produits issus de cette thermolyse, le procédé comprenant:

une étape d'introduction des conteneurs dans une construction fixe dépourvue de joints dynamiques, formant le four de thermolyse;

10 une étape de déplacement des conteneurs percés, dans laquelle chacun des conteneurs roule sur lui-même dans le four de thermolyse, grâce à au moins une partie de forme déterminée prévue sur les conteneurs qui entraîne ainsi le retournement par gravité du contenu des conteneurs déplacés ; et

15 une étape de transfert des gaz de thermolyse lors du roulement des conteneurs dans le four de thermolyse, comprenant un passage des gaz via des trous des conteneurs vers des conduits d'évacuation prévus dans le four de thermolyse.

2. Le procédé selon la revendication 1, comprenant avant la thermolyse, un séchage des déchets dans les conteneurs en convoyage dans un sécheur 20 chauffé par de la chaleur résiduelle des moyens utilisés pour chauffer le four de thermolyse.

3. Le procédé selon la revendication 1 ou 2, comprenant un recyclage d'une partie des gaz issus de la thermolyse comme combustible, obtenir la chaleur 25 nécessaire à la thermolyse ou pour alimenter au moins un moyen de récupération d'énergie, ou les deux.

4. Le procédé selon la revendication 3, dans lequel les gaz de thermolyse sont évacués dans des conduits d'évacuation dont la température est

contrôlée par chauffage ou refroidissement des conduits, de manière à éviter l'échappement de gaz polluants.

5. Le procédé selon la revendication 4, dans lequel la température dans les conduits d'évacuation est maintenue comprise entre 272°C et 357°C.

5 6. Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les gaz issus de la thermolyse perdent une partie des polluants qu'ils contiennent au contact d'éléments filtrants ou absorbants au charbon actif, disposés sur leur trajet dans le four de thermolyse, ou dans des moyens de filtrage disposés après leur sortie de ce four, ou les deux.

10 7. Le procédé selon la revendication 6, dans lequel les éléments filtrants comprennent des éléments de motorisation contenant des charbons actifs et assurant le mouvement en rotation des conteneurs à déchets par un système de crémaillère.

15 8. Le procédé selon la revendication 7, comprenant après la thermolyse, un lavage des solides carbonés issus de la thermolyse des déchets contenus dans les conteneurs, ou des charbons actifs des éléments de motorisation, ou des deux, ce lavage s'effectuant par passage dans un bassin de lavage de liquide.

20 9. Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel un traitement des déchets après la thermolyse comprend les étapes suivantes :

séparation par gravité, dans un bassin de séparation des solides carbonés d'une part et des métaux, minéraux ou oxydes de métaux d'autre part ;

pompage des solides carbonés dans le bassin de séparation ;

25 filtrage de ces solides carbonés sur un filtre à bande pour emporter l'eau sur des résines échangeuses d'ions.

10. Le procédé selon l'une des revendications 6 à 9, comprenant un traitement des solides carbonés séchés issus de la thermolyse, ou du charbon actif

après filtrage des gaz de thermolyse, ou des deux, ce traitement comprenant les étapes suivantes :

broyage et éventuellement tamisage des solides carbonés ; et

5 agitation puis flottation, dans un bassin de liquide, des solides carbonés broyés, de manière à créer une agglomération en surface des éléments de carbone avec un corps gras d'une part, et au fond du bassin des cendres contenant des métaux lourds d'autre part.

10 11. Le procédé selon l'une des revendications 6 à 10, dans lequel des charbons actifs pollués par le filtrage des gaz de thermolyse, ou des solides carbonés issus de la thermolyse, ou une combinaison de ces éléments, sont traités selon un procédé de séparation par gaz supercritique comprenant les étapes suivantes :

confinement des éléments à traiter dans une enceinte de dissolution avec un gaz de séparation ;

15 mise en pression et température de l'enceinte de dissolution de façon à ce que le gaz de séparation passe à l'état supercritique, entraînant une dissolution des charbons présents dans les éléments à traiter et un dépôt sous forme de cendres des polluants qu'ils contiennent ;

20 évacuation du gaz de séparation supercritique et du charbon dissous qu'il contient hors de l'enceinte de dissolution ; et

détente du gaz de séparation en dessous des conditions d'état supercritique et dépôt sous forme solide du charbon qu'il contenait.

25 12. Le procédé selon la revendication 11, dans lequel le gaz de séparation utilisé comprend du dioxyde de carbone, l'enceinte de dissolution étant portée à une pression supérieure à 73 bars et à une température supérieure à 31°C.

13. Le procédé selon la revendication 10, dans lequel, après la flottation, un traitement des cendres contenant les polluants ou les métaux lourds comprend un

traitement hydrothermal par un liquide à l'état supercritique, apte à oxyder ces métaux ou dégrader ces polluants.

14. Le procédé selon la revendication 11, dans lequel, après la séparation par gaz supercritique, un traitement des cendres contenant les polluants ou les métaux lourds comprend un traitement hydrothermal par un liquide à l'état supercritique, apte à oxyder ces métaux ou dégrader ces polluants.

15. Le procédé selon la revendication 13 ou 14, dans lequel le traitement hydrothermal des cendres contenant les polluants ou les métaux lourds comprend les étapes suivantes :

10 mélange des cendres à traiter avec de l'eau dans un conteneur d'oxydation;

montée en pression au-dessus de 221 bars et mise en température au-dessus de 374°C du contenu de ce conteneur d'oxydation de façon à ce que l'eau passe à l'état supercritique.

16. Installation pour le traitement des déchets industriels et/ou ménagers, comportant :

un four de thermolyse qui comprend des moyens de convoyage de conteneurs percés contenant des déchets à traiter ;

des moyens de séparation pour séparer les produits formés dans les conteneurs par la thermolyse ; et

20 des moyens de traitement de ces produits séparés ;

dans laquelle le four de thermolyse est une construction fixe dépourvue de joints dynamiques et dotée de conduits d'évacuation de gaz de thermolyse à l'intérieur du four, les conteneurs comportant au moins une partie présentant une forme permettant à ces conteneurs de rouler sur eux-mêmes dans le four de thermolyse, réalisant ainsi le déplacement des conteneurs et le retournement par gravité de leur contenu, des trous prévus sur les conteneurs permettant le transfert des gaz de thermolyse vers les conduits d'évacuation lors du roulement des conteneurs.

17. L'installation selon la revendication 16, dans laquelle le four de thermolyse comprend un tunnel, maintenu en dépression par des moyens de pompage et par lequel sont convoyés les conteneurs contenant les déchets, ce tunnel comportant à chacune de ses extrémités une portion, dites sas d'entrée et sas
5 de sortie, apte à recevoir au moins un conteneur entre deux portes dotées de moyens d'étanchéité et pouvant ainsi admettre ce conteneur dans le tunnel de thermolyse ou l'en extraire sans mettre en communication directe l'intérieur du tunnel avec l'atmosphère extérieure.

18. L'installation selon la revendication 17, dans laquelle au moins une
10 porte d'au moins un sas du tunnel de thermolyse s'ouvre ou se ferme selon un mouvement de translation transversal à l'axe de ce tunnel, sous l'action d'au moins un actionneur, et peut être rendue étanche, une fois fermée, par des joints comprenant au moins une partie gonflable apte à être pressée contre une partie de cette porte.

19. L'installation selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, dans
15 laquelle un conteneur recevant les déchets est creux et de forme cylindrique de révolution et comprend deux couronnes dentées entourant son axe et situées aux deux extrémités du conteneur, et des trous percés sur les sections de base du conteneur.

20. L'installation selon la revendication 18, dans laquelle les moyens de
20 convoyage du four de thermolyse comprennent un système de crémaillères annexes, de roulage, avec lesquelles viennent collaborer les couronnes dentées d'extrémité des conteneurs pour soutenir et guider les conteneurs en mouvement.

21. L'installation selon la revendication 20, dans laquelle au moins une
25 portion des crémaillères de roulage présente avec le sol une pente d'un angle supérieur à un angle déterminé, cette pente permettant de faciliter ou de prolonger le roulage des conteneurs dans le tunnel de thermolyse.

22. L'installation selon la revendication 21, dans laquelle les crémaillères
de roulage comportent au moins une partie mobile en translation selon la direction de

roulage, ou en rotation autour d'un axe horizontal et perpendiculaire à la direction de roulage, ou une combinaison de ces mouvements, cette partie mobile étant actionnée par des moyens de mobilisation permettant de déplacer ainsi la partie mobile de façon soit à assurer la continuité du roulage dans une région déterminée, soit à augmenter la pente d'au moins une portions des crémaillères et déclencher ou entretenir le mouvement de roulage d'au moins un conteneur, soit les deux.

23. L'installation selon la revendication 22, dans laquelle le système de crémaillères comprennent une pluralité d'éléments de motorisation mis en mouvement par des moyens d'actionnement, placés au-dessus des conteneurs en position horizontale et assurant le mouvement en rotation des conteneurs en collaborant avec une première couronne dentée disposée sur la surface extérieure des conteneurs et autour de leur axe.

24. L'installation selon l'une quelconque des revendications 16 à 23, comprenant des moyens de filtrage ou d'absorption des polluants contenus dans les gaz issus de la thermolyse, ces moyens de filtrage ou d'absorption comprenant des éléments au charbon actif, disposés sur le trajet de ces gaz trajet dans le four de thermolyse, ou dans des moyens de filtrage disposés après leur sortie de ce four, ou les deux.

25. L'installation selon la revendication 23, comprenant des moyens de filtrage ou d'absorption des polluants contenus dans les gaz issus de la thermolyse, ces moyens de filtrage ou d'absorption comprenant des éléments au charbon actif, disposés sur le trajet de ces gaz trajet dans le four de thermolyse, ou dans des moyens de filtrage disposés après leur sortie de ce four, ou les deux et dans laquelle dans le four de thermolyse, les moyens de filtrage ou d'absorption comprennent des charbons actifs, contenus dans les éléments de motorisation et s'interposant entre d'une part les conteneurs des déchets et d'autre part des conduits formant les moyens de récupération des gaz de thermolyse.

26. L'installation selon l'une des revendications 16 à 25, comprenant des moyens de lavage des déchets contenus dans les conteneurs en convoyage ou des

charbons actifs ayant filtré les gaz de thermolyse, ces moyens de lavage étant situés en aval du four de thermolyse et constitués d'un bassin de lavage par immersion.

5 27. L'installation selon l'une des revendications 16 à 26, comprenant des moyens de récupération des gaz de thermolyse formés par la thermolyse des déchets dans les conteneurs percés, et soit des moyens de combustion d'une partie des gaz de thermolyse pour alimenter en chaleur le four de thermolyse, soit des moyens de récupération d'une partie des gaz de thermolyse, dont la combustion est utilisée par des moyens de combustion pour alimenter un moyen de récupération d'énergie, soit une combinaison de ces éléments.

10 28. L'installation selon l'une des revendications 16 à 27, comprenant des moyens de récupération de la chaleur utilisée pour la thermolyse, ces moyens de récupération alimentant un sécheur destiné à sécher les déchets en convoyage dans les conteneurs par les moyens de convoyage, ce sécheur étant situé en amont du four de thermolyse et comprenant d'une part des moyens de récupération de la
15 vapeur d'eau formée par le séchage des déchets et d'autre part des moyens d'évacuation de la chaleur.

20 29. L'installation selon la revendication 26, comprenant des moyens de récupération de la chaleur utilisée pour la thermolyse, ces moyens de récupération alimentant un sécheur destiné à sécher les déchets en convoyage dans les conteneurs par les moyens de convoyage, ce sécheur étant situé en amont du four de thermolyse et comprenant d'une part des moyens de récupération de la vapeur d'eau formée par le séchage des déchets et d'autre part des moyens d'évacuation de la chaleur et dans laquelle le bassin, le four de thermolyse et le sécheur sont
25 constitués de trois tunnels à coque creuse superposés respectivement dans lesquels sont convoyés les conteneurs, l'introduction des conteneurs dans le sécheur, le passage des conteneurs du sécheur au four de thermolyse et le passage du four de thermolyse au bassin, étant réalisés dans chacune de ces positions par un cylindre positionné verticalement suivant son axe de révolution et comprenant un piston mobile en translation et en rotation dans le cylindre suivant l'axe du cylindre, ce
30 piston étant creux et partiellement ouvert sur sa surface en vis-à-vis de la paroi

interne du cylindre, l'ouverture étant dimensionnée sur le piston de manière à pouvoir recevoir un conteneur de déchets en sortie d'un tunnel ou lors de l'introduction du conteneur dans l'installation et de sorte que la partie pleine de la surface du piston puisse obturer de manière étanche l'entrée ou la sortie des tunnels, de façon à
5 pouvoir créer le vide nécessaire à la réaction de thermolyse à l'aide d'une pompe à vide dans le four de thermolyse.

30. L'installation selon l'une quelconque des revendications 26 à 29, dans laquelle, après lavage, les conteneurs sont vidés dans un bassin de séparation pour séparer les produits contenus dans les conteneurs ayant subi la thermolyse, une
10 partie des produits constituant les solides carbonés se retrouvant en surface du bassin de séparation et une autre partie constituant des métaux ou minéraux se retrouvant au fond du bassin de séparation sur un tapis roulant élevant les minéraux vers l'extérieur du bassin de séparation pour les amener vers un poste (181) de récupération.

15 31. L'installation selon la revendication 30, dans laquelle une pompe branchée entre le bassin de séparation et un filtre à bande percée de petit trous, pompe les solides carbonés pour les amener sur le filtre à bande percée de petits trous, un système Venturi créant une dépression à travers les trous du filtre de manière à emporter l'eau chargée en sel des solides carbonés sur des résines
20 échangeuses d'ions.

32. L'installation selon l'une des revendications 16 à 31, comprenant au moins une enceinte de dissolution apte à recevoir des charbons actifs pollués par le filtrage des gaz de thermolyse, ou des solides carbonés issus de la thermolyse, ou une combinaison de ces éléments, et à être emplie d'un mélange à base de dioxyde
25 de carbone, et comportant des moyens de pompage aptes à amener le dioxyde de carbone dans l'enceinte à son état supercritique de façon à dissoudre le carbone solide présent dans l'enceinte, puis à évacuer ce dioxyde de carbone supercritique vers une enceinte de détente en laissant dans l'enceinte de dissolution les métaux ou polluants non dissous par le dioxyde de carbone.

33. L'installation selon l'une des revendications 16 à 32, dans laquelle des deuxièmes conteneurs ou conteneurs d'oxydation sont chargés d'une certaine quantité de cendres contenant des polluants ou des métaux lourds mélangés à un mélange à base d'eau, l'installation comprenant des moyens de mise en pression et en température de ce mélange au-dessus du point triple de l'eau, ou jusqu'à ce que l'eau soit dans un état supercritique, afin d'oxyder les métaux lourds ou de dégrader d'autres polluants contenus dans ces cendres.

34. L'installation selon la revendication 33, dans laquelle les moyens de mise en pression de l'eau comprennent un disque métallique souple fermant le conteneur d'oxydation et sur lequel vient appuyer une vis de pression vissée dans un couvercle et traversant ce couvercle vissé sur le conteneur pour serrer le disque métallique, le conteneur d'oxydation étant placé à l'intérieur d'un conteneur de déchets pour être introduit dans l'installation comprenant le four de thermolyse, afin d'obtenir l'état supercritique de l'eau et la réaction hydrothermale sur les cendres.

35. L'installation selon la revendication 33, dans laquelle les moyens de mise en pression de l'eau comprennent une pompe haute pression apte à être fixée à une deuxième partie ou partie froide du conteneur d'oxydation pour mettre en pression l'intérieur de ce conteneur, l'intérieur de ce conteneur comprenant également une première partie, ou partie chaude, apte à être maintenue sous pression, par des moyens de confinement, pendant que la pression est relâchée dans la partie froide, la partie chaude pouvant alors être chauffée par des moyens de chauffage pour obtenir les conditions nécessaires au passage de l'eau à l'état supercritique dans ladite partie chaude.

36. L'installation selon l'une des revendications 33 à 35, dans laquelle ces conteneurs d'oxydation sont portés à une pression supérieure à 221 bars et à une température supérieure à 375°C.

37. L'installation selon la revendication 27, dans laquelle le moyen de récupération de l'énergie comprend un moteur de Stirling modifié par Ericsson.

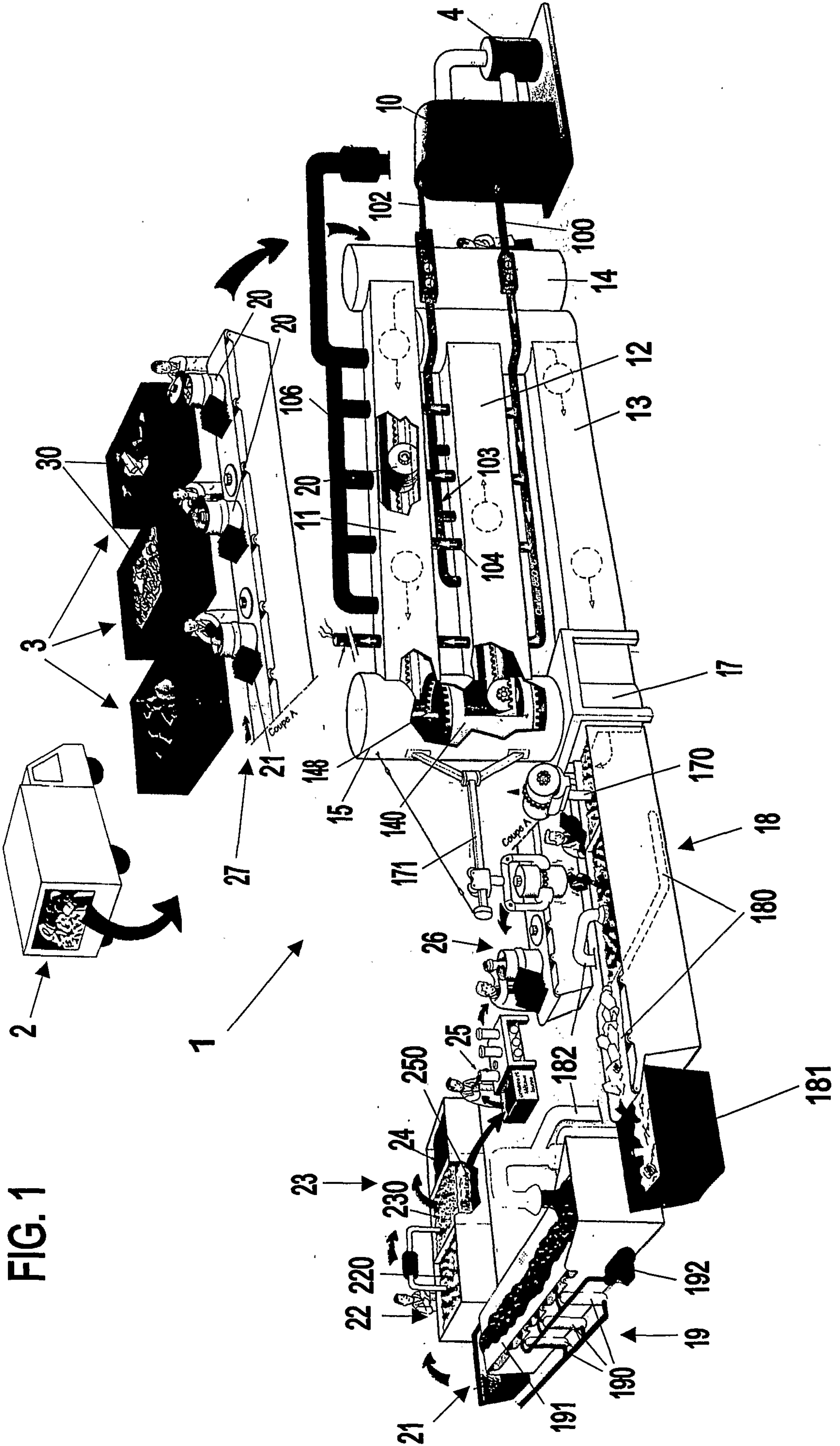


FIG. 1

FIG. 2

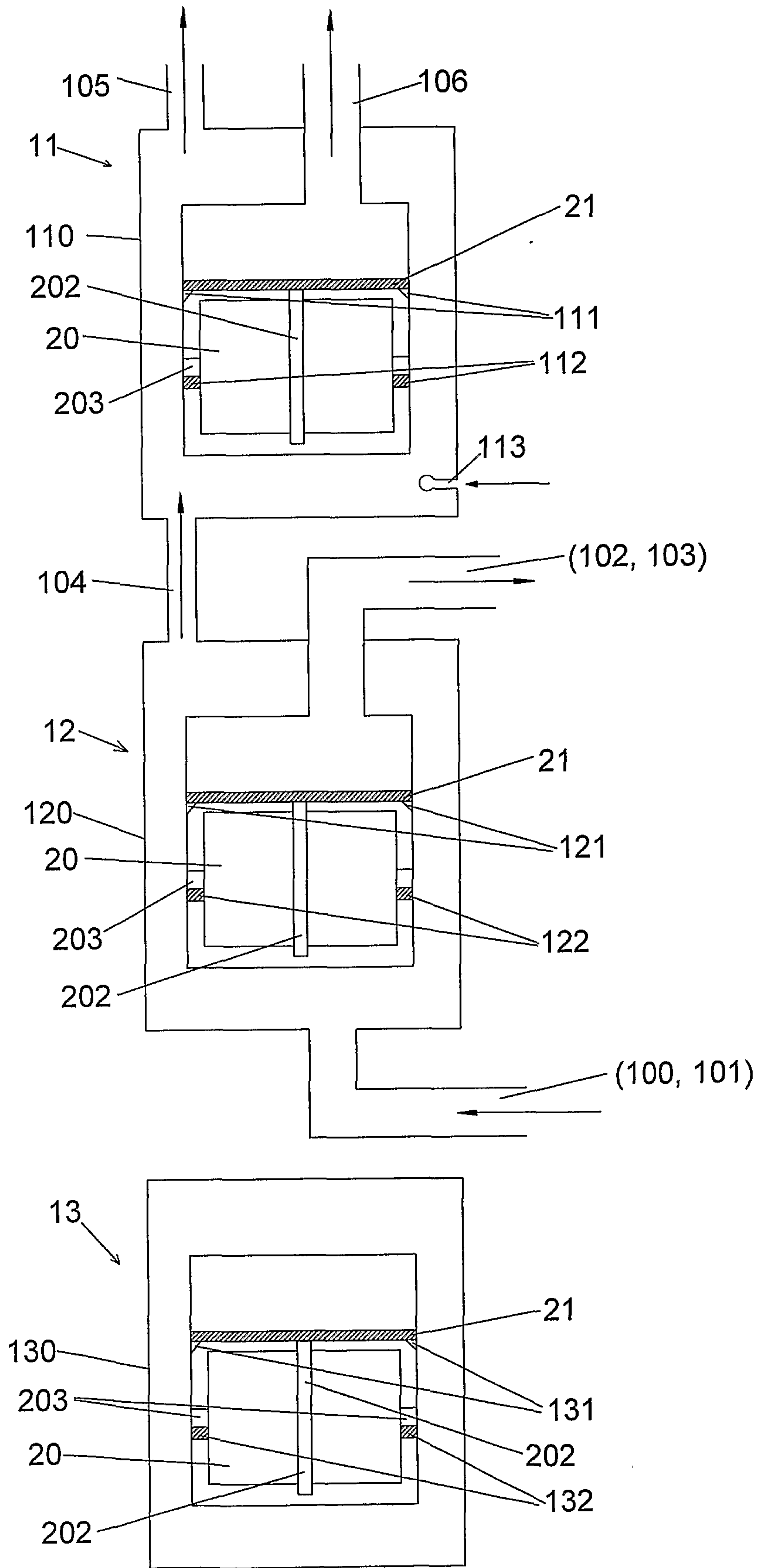
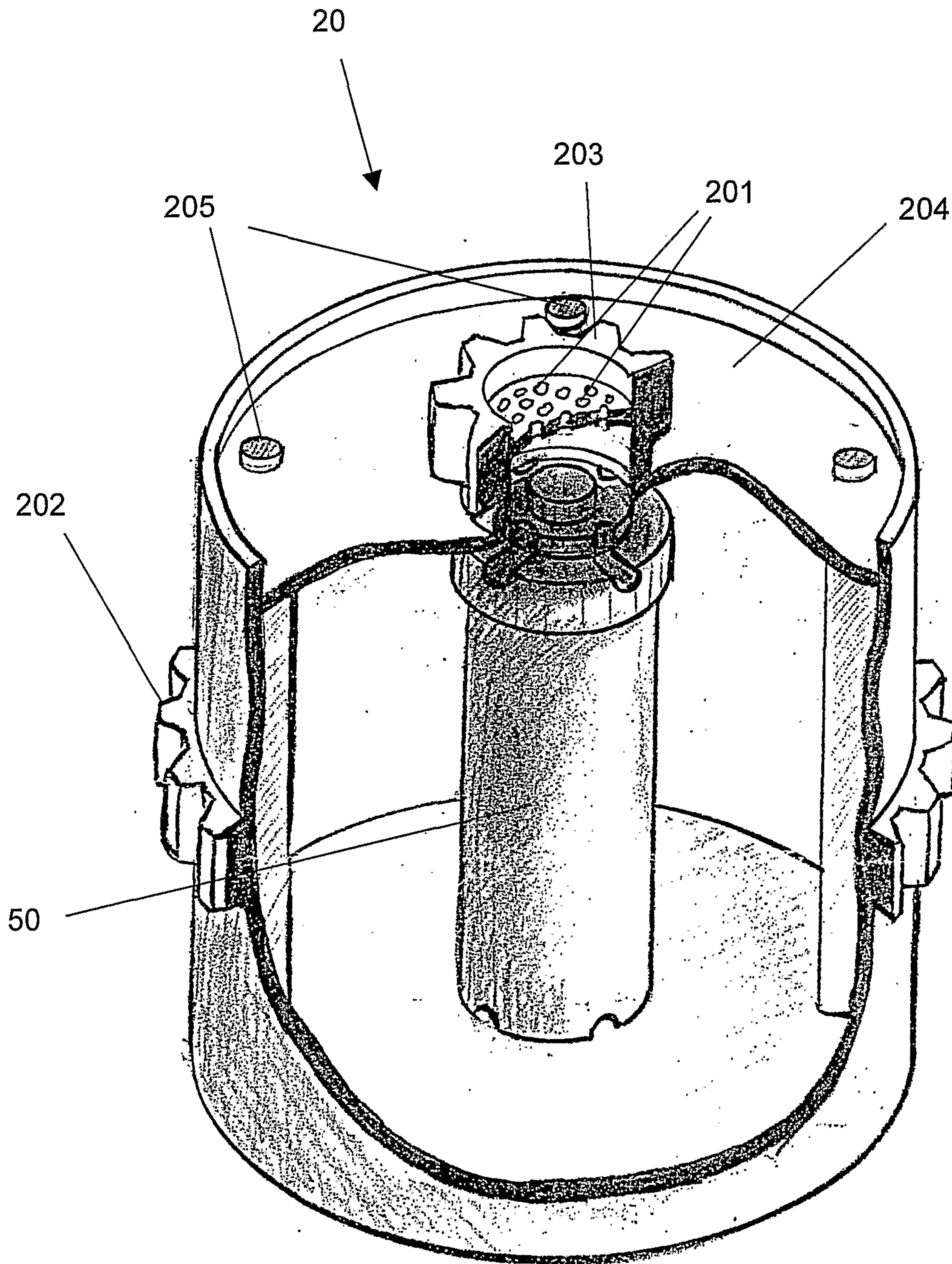


FIG. 3



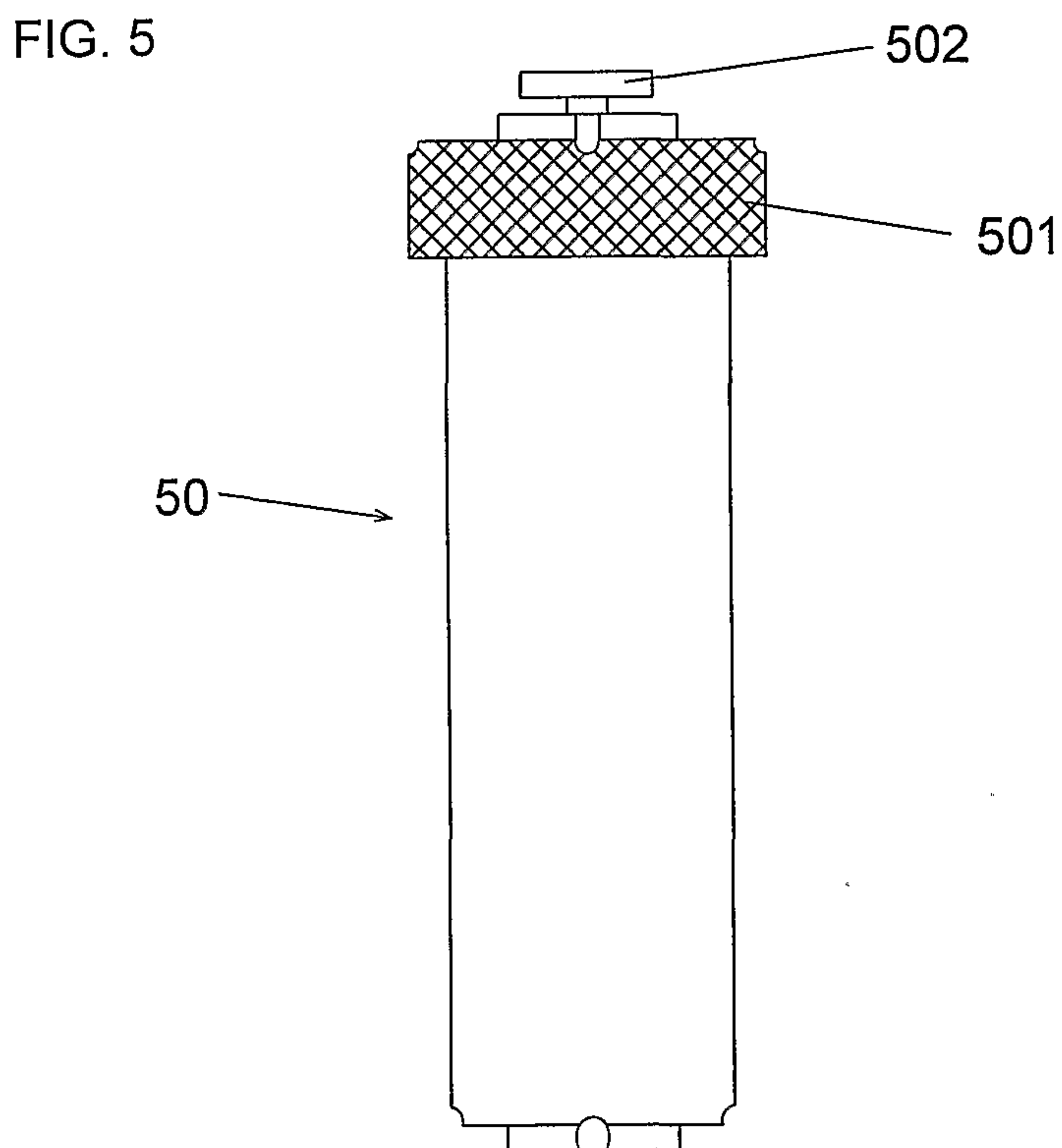
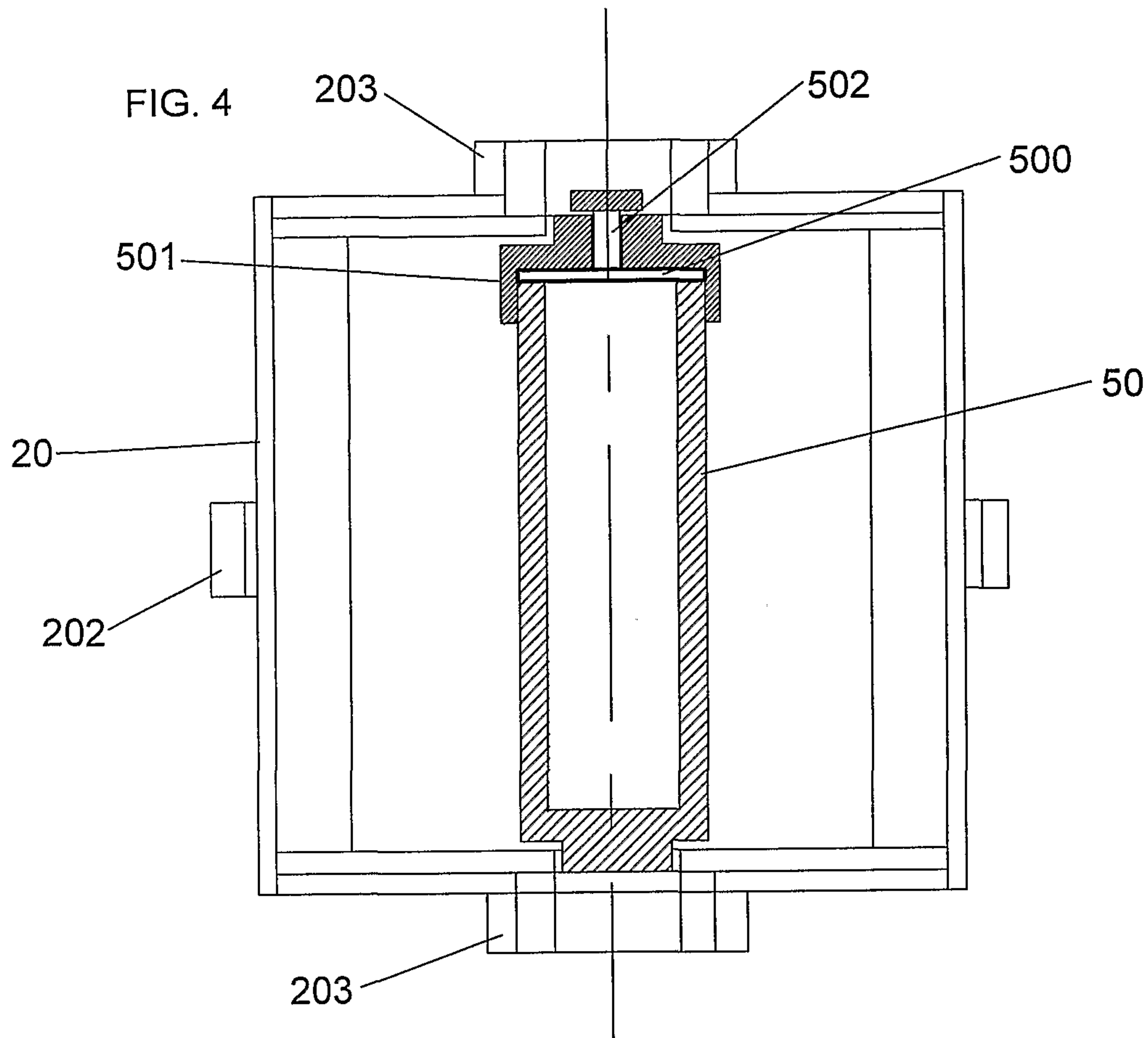
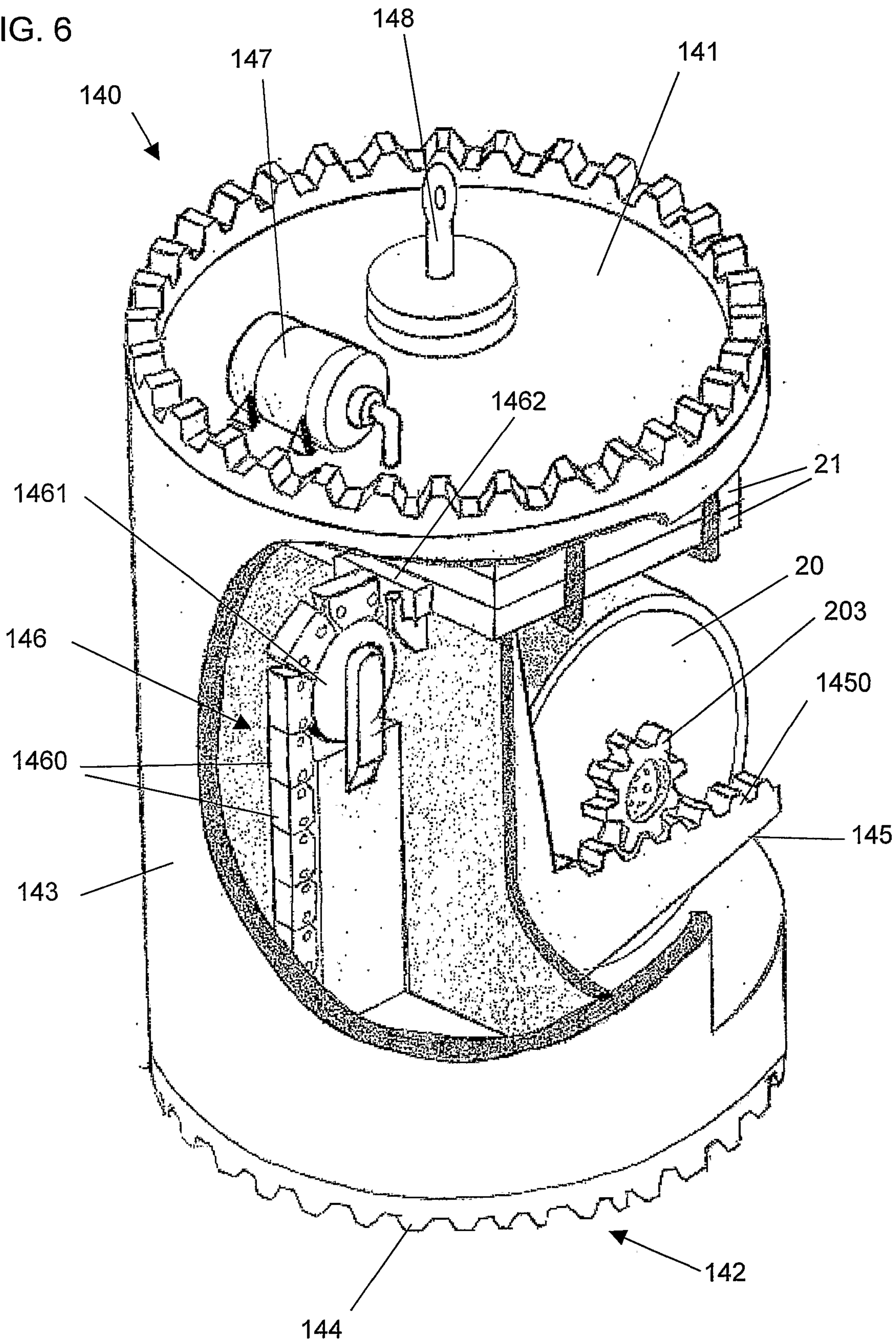


FIG. 6



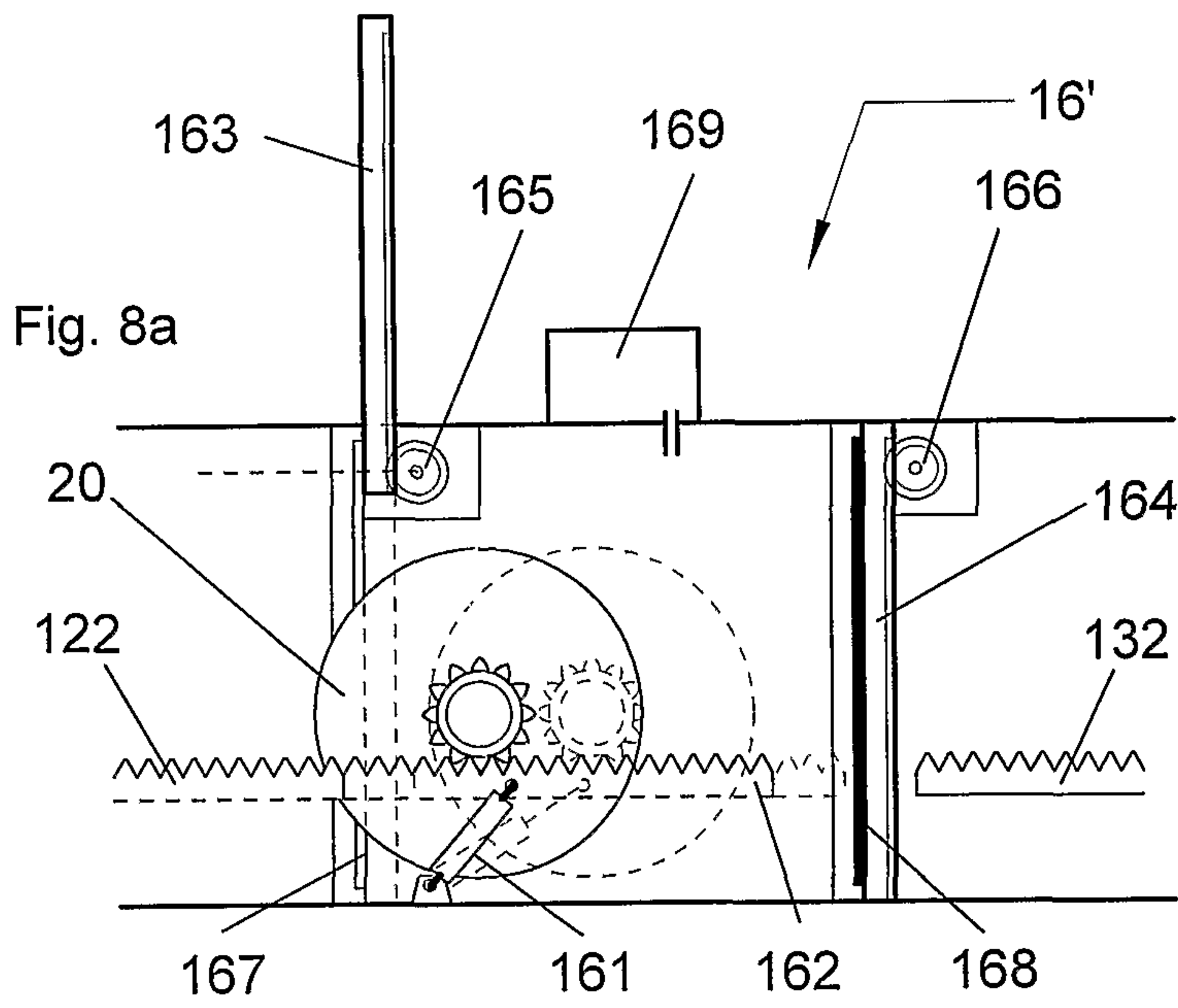
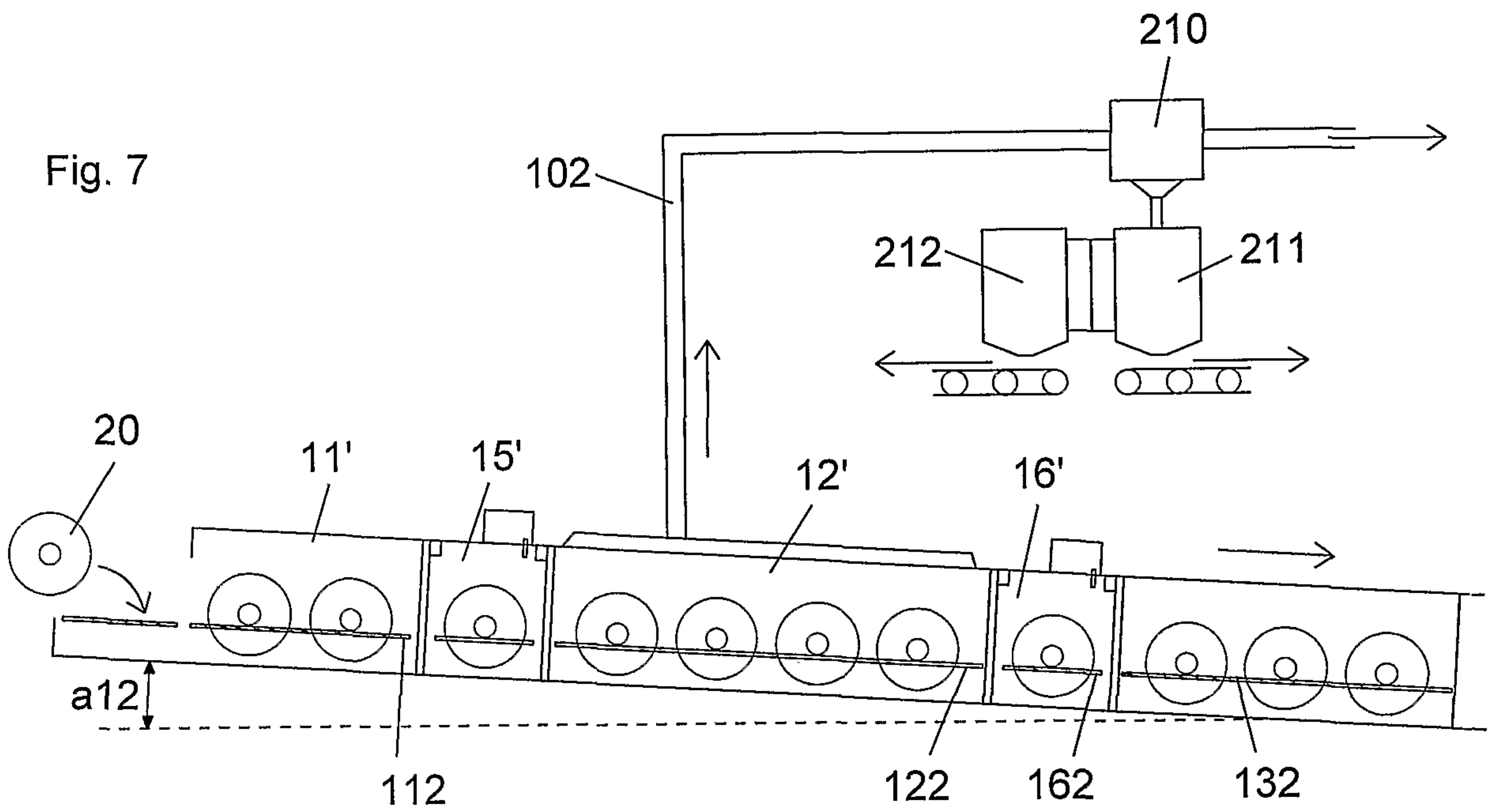
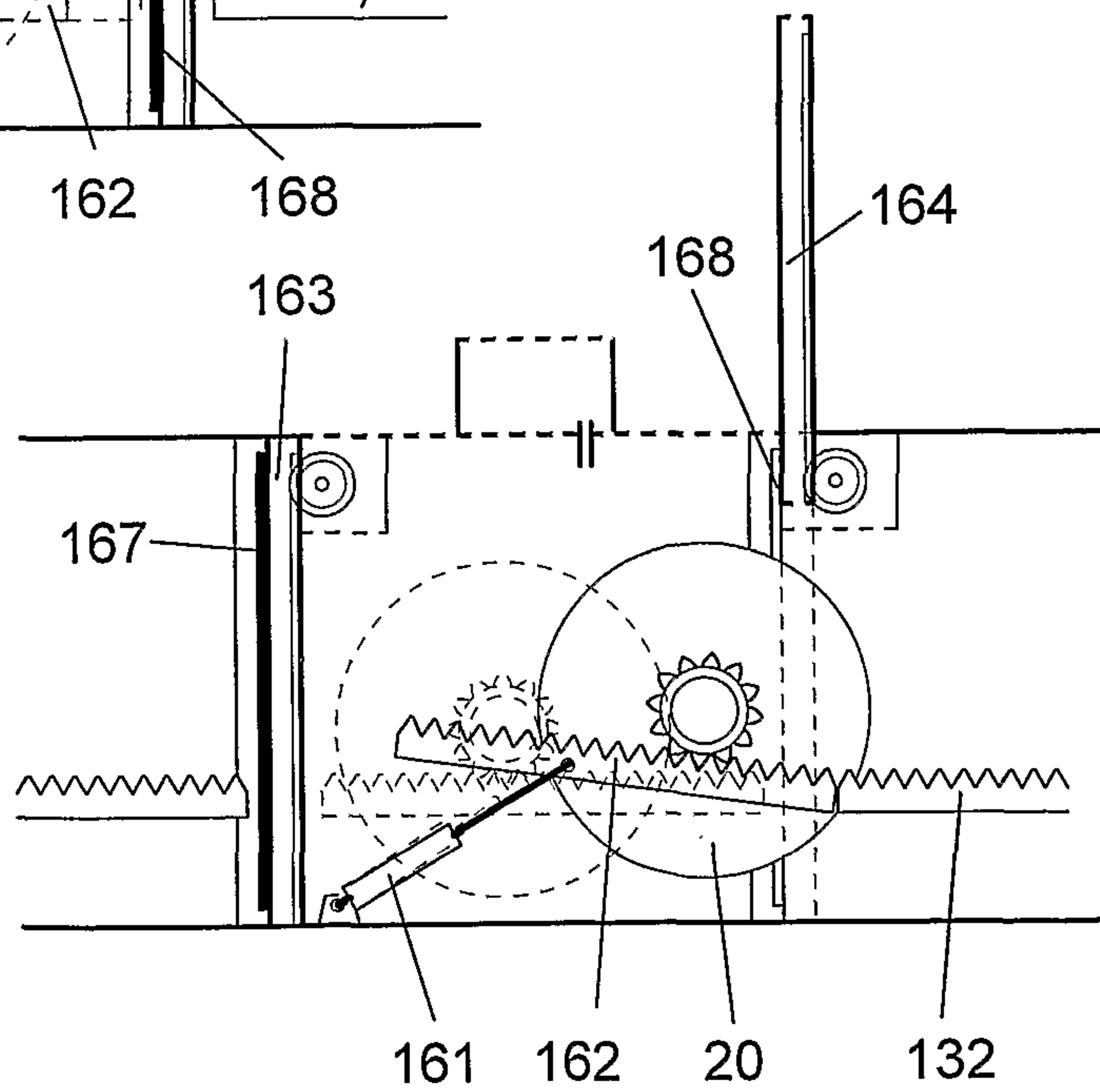


Fig. 8b



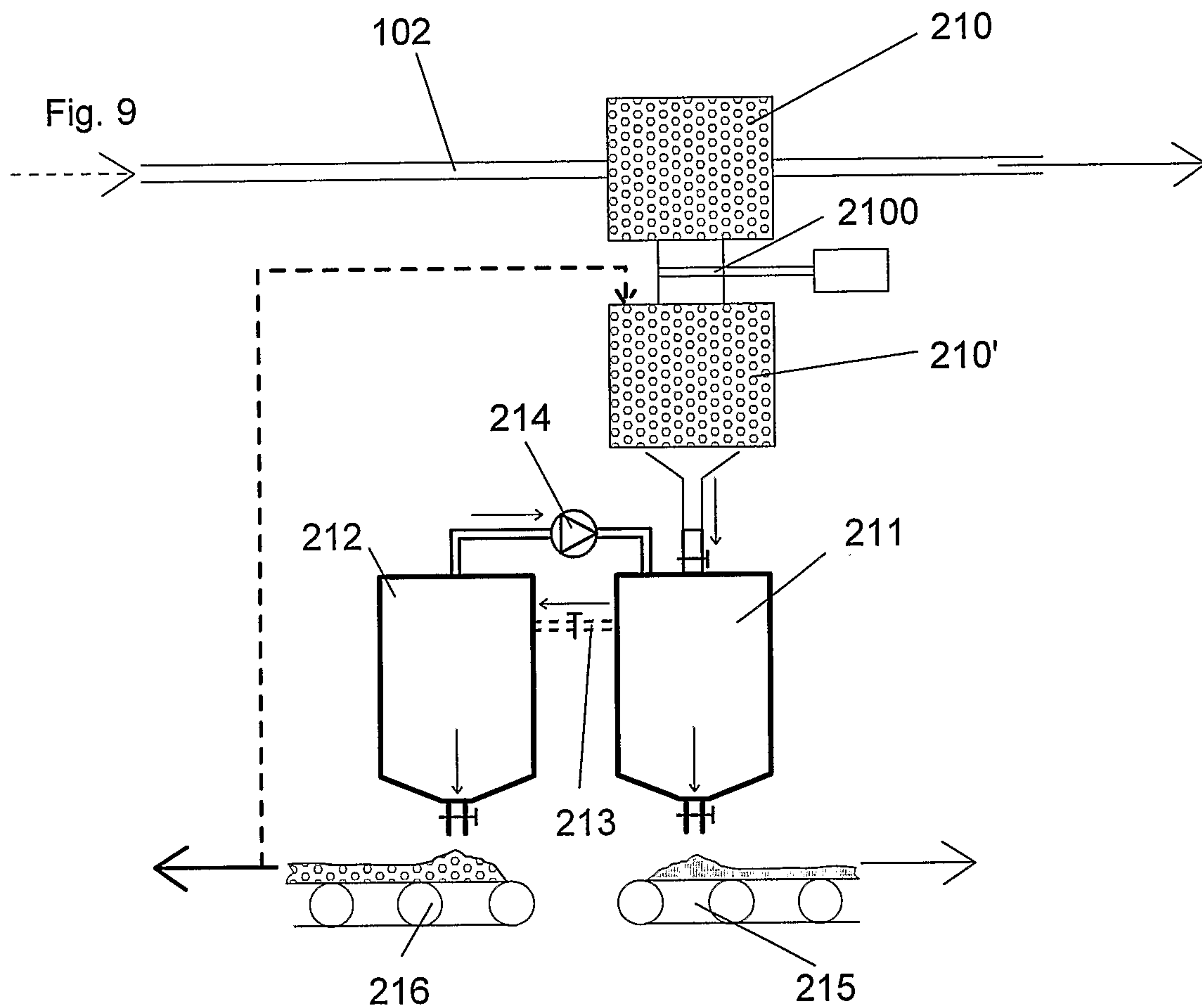


Fig. 10a

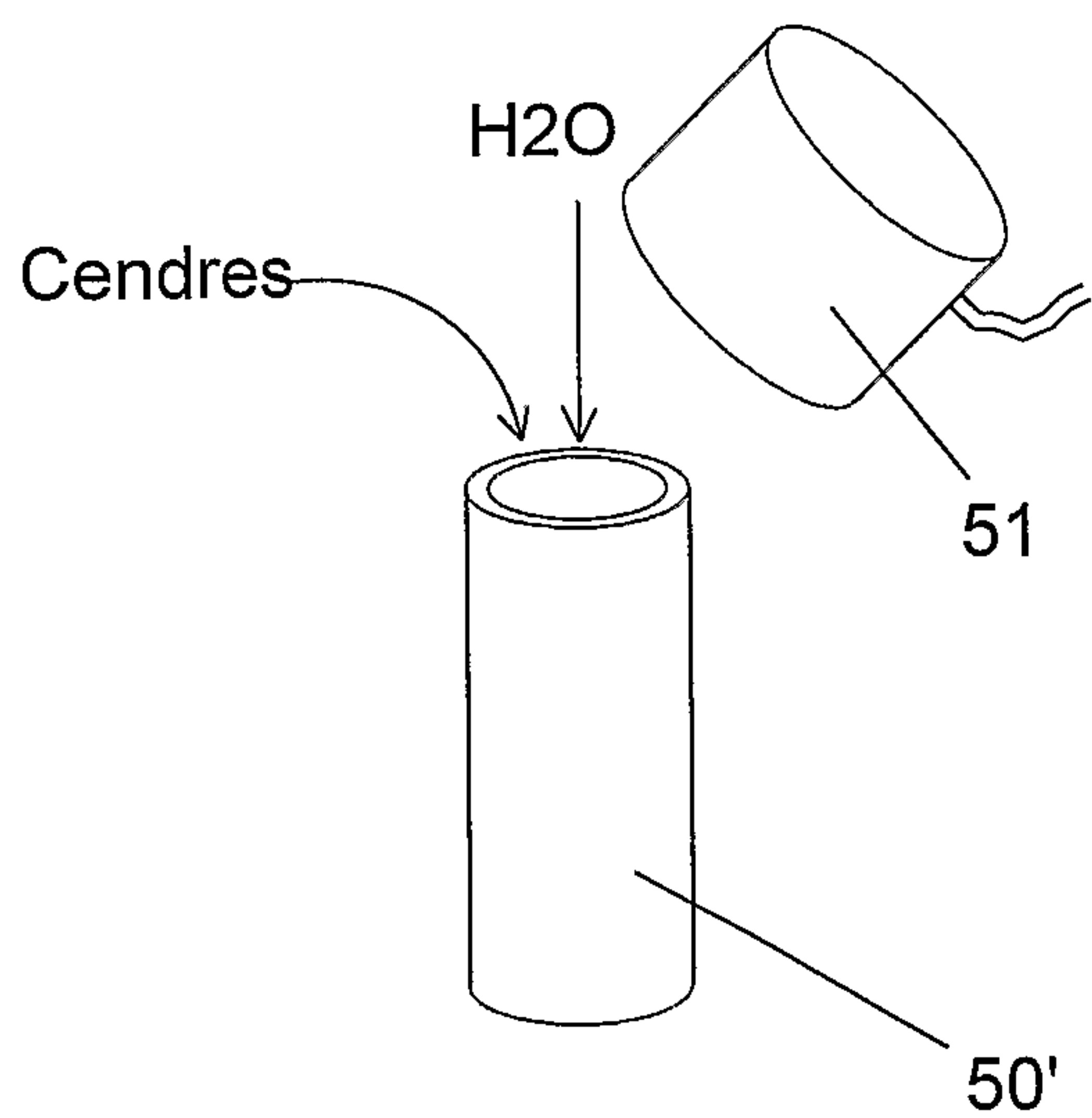


Fig. 10b

