

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **716 009 B1**

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(51) Int. Cl.: **C10B 53/07** (2006.01)
C10B 47/30 (2006.01)
C10B 57/02 (2006.01)
C10L 9/08 (2006.01)
C10L 9/02 (2006.01)

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00410/19

(22) Date de dépôt: 29.03.2019

(43) Demande publiée: 30.09.2020

(24) Brevet délivré: 14.10.2022

(45) Fascicule du brevet publié: 14.10.2022

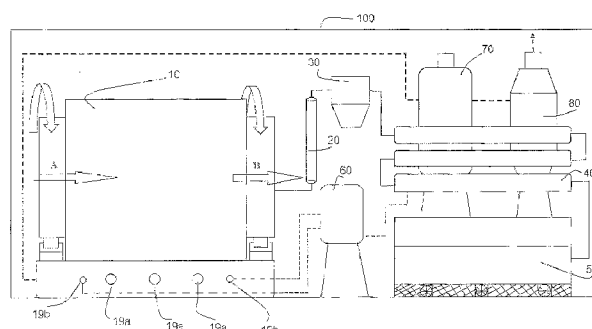
(73) Titulaire(s):
Greenlina SA, Route de l'Estivage 12
1580 Avenches (CH)

(72) Inventeur(s):
Jin Hu, 1400 Yverdon-les-Bains (CH)

(74) Mandataire:
Actosphère Sàrl, Y-Parc Swiss Technopole Rue Galilée 7
1400 Yverdon-les-Bains (CH)

(54) **Procédé de transformation par pyrolyse de déchets mélangés en matières plastiques et en caoutchoucs et dispositif pour la mise en oeuvre du procédé.**

(57) La présente invention concerne un procédé et dispositif (100) de fabrication d'huiles de pyrolyse, avantageusement installé dans au moins un conteneur standard. Le dispositif comporte, dans sa phase initiale, un réacteur de pyrolyse (10) pour traiter, au cours d'une première étape, par craquage des matières premières comportant des déchets en matières plastiques et/ou des produits en caoutchoucs. A la suite dudit réacteur (10), le dispositif (100) est de préférence équipé d'une cuve de déchloration (20) pour éliminer les produits à base de chlore, et divers équipements pour séparer l'eau de l'huile pyrolysée produite par le craquage, des dispositifs échangeurs de chaleur pour effectuer la condensation des gaz de pyrolyse en huile pyrolysée et finalement un dispositif de purification des huiles suite à un chauffage de température par chauffage en absence d'oxygène, permettant de produire une huile pyrolysée purifiée, sensiblement équivalente à un carburant du type diesel, utilisable par des moteurs à combustion interne appelés moteurs diesel.



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un procédé de transformation de déchets mélangés comprenant des matières plastiques, comportant notamment des matières thermoplastiques et/ou divers produits en caoutchoucs, en vue de réaliser un combustible liquide du type appelé „diesel“ utilisable par des moteurs à combustion interne conçus pour utiliser ce type de carburants.

[0002] L'invention concerne également un dispositif de transformation de déchets mélangés de matières plastiques, comportant notamment différentes matières thermoplastiques et/ou des produits en caoutchoucs, en vue de réaliser un combustible liquide du type appelé „diesel“ utilisable par des moteurs à combustion interne conçus pour utiliser ce type de carburants.

Technique antérieure

[0003] La croissance économique et l'évolution des modes de consommation et de fabrication entraînent une augmentation rapide de la production de déchets plastiques dans le monde. Depuis plus de 50 ans, la production mondiale de plastique ne cesse d'augmenter. Et comme le plastique est un matériau non biodégradable, il reste dans le sol et pollue l'environnement.

[0004] Le monde ne recycle actuellement qu'environ 14% des emballages en matière plastique utilisés et de l'ordre de 8 millions de tonnes de matières plastiques, dont une grande partie correspond à des emballages, sont déversés dans les océans chaque année. Ceux-ci piègent ou sont ingérés par les organismes marins et par les oiseaux, ce qui porte fortement atteinte à leur vie. Certaines matières plastiques risquent également de se lier aux produits chimiques industriels, qui ont pollué les océans pendant des décennies, et laissent craindre que des toxines pourraient se retrouver dans la chaîne alimentaire. Recycler le solde des 86% restants de matières plastiques utilisées à titre unique, notamment comme produits d'emballage ou de conditionnement, pourrait générer des revenus compris entre 80 et 120 milliards de dollars, selon un récent rapport de la Fondation Ellen MacArthur.

[0005] La technologie de valorisation énergétique des déchets a pour but de traiter les matières potentielles contenues dans les déchets, à savoir des matières plastiques, de la biomasse et des pneumatiques à base de caoutchouc, pour les transformer en produits combustibles, notamment en biocarburants.

[0006] Un des procédés connus, a consisté à effectuer un tri sélectif des déchets et à les traiter en fonction de leur composition, dans des centres adaptés, installés sur des sites de ramassage et de stockage appropriés. Ces centres adaptés sont qualifiés pour traiter certaines matières plastiques et sont conçus pour renvoyer vers d'autres centres les déchets correspondant à des matières pour lesquelles la technique spécifique n'est pas adaptée. C'est notamment le cas des polyéthylènes et des polypropylènes qui sont transformés en granulés thermoformables et qui sont vendus, notamment à l'industrie automobile pour la fabrication d'accessoires thermoformés. Les déchets contenant des produits chlorés sont totalement interdits dans cette gamme de produits et doivent être prétraités et éliminés. Cette collecte de déchets est obligatoirement sélective, ou nécessite une phase de prétraitement et un renvoi de matières vers un site spécialisé dans le traitement de produits chlorés. En outre, les centres sont généralement existants et les unités de traitement ne sont pas en mesure d'aller vers des sites de stockage de déchets mélangés. Par contre, les déchets doivent être déplacés vers les sites de traitement adaptés existants, souvent sur des distances considérables, ce qui rend l'opération difficile et économiquement peu rentable.

[0007] En revanche, une solution avantageuse peut consister à collecter les déchets mélangés et à les traiter directement sans les trier pour les transformer en carburant liquide en deux étapes, à savoir une première étape consistant à transformer les matières premières en un combustible liquide brut, et une deuxième étape qui consiste à purifier ce combustible brut et à le transformer en un carburant liquide capable d'être utilisé comme un carburant du type diesel par les moteurs à combustion interne de ce type.

[0008] La technique de la pyrolyse constitue en une option très intéressante pour aboutir à une valorisation énergétique des déchets, car elle permet d'obtenir un biocarburant destiné à remplacer une partie du combustible fossile. La pyrolyse est un processus simple dans lequel la matière organique est soumise, dans un environnement privé d'oxygène, à une température élevée d'environ 300°C à 500°C, ce qui a pour effet le craquage thermique de la matière organique, qui est favorisé pour obtenir des carburants finaux sous forme liquide, de charbon et de gaz. L'avantage du procédé de traitement par pyrolyse, pour obtenir un biocarburant liquide, réside dans sa capacité de pouvoir craquer les matières plastiques non triées et non nettoyées. En outre, la pyrolyse n'émet pas d'émission toxique ou nocive pour l'environnement, contrairement à l'incinération, ce qui améliore les conditions de travail et n'ajoute pas des conditions défavorables pour rentabiliser une situation qui s'est considérablement dégradée pendant des années.

[0009] L'huile obtenue par la pyrolyse de déchets de matières plastiques et de produits en caoutchoucs est généralement brun foncé ou noire et son odeur est très désagréable. D'après les analyses, la composition de cette huile de pyrolyse est complexe, car elle contient en plus des alcanes, des aromatiques et des oléfines, des aldéhydes, des cétones, des acides carboxyliques, des sulfures et d'autres impuretés. En raison de la quantité élevée d'impuretés, la valeur de l'huile

de pyrolyse brute est a priori faible et sa combustion risque notamment même d'affecter la durée de vie des brûleurs à mazout lourds. Par conséquent, un processus de raffinage de l'huile de pyrolyse est nécessaire pour produire un carburant du type Diesel primaire de haute qualité. Le carburant de type diesel primaire peut être utilisé dans un large éventail d'applications, telles que l'alimentation de divers équipements agricoles, camions lourds, équipements de construction de routes, navires, générateurs type diesel.

[0010] L'objectif selon l'invention est atteint par le procédé tel que défini en préambule et caractérisé en ce que, l'on effectue, au cours d'une première étape, une transformation des matières premières en huiles pyrolysées, par un procédé de traitement thermique par pyrolyse, en ce que l'on effectue, au cours de cette première étape, un fractionnement mécanique desdites matières premières, en les faisant tourner en continu dans un réacteur pendant une opération de chauffage en vue de leur chauffage par pyrolyse, en ce que l'on effectue, au cours de ladite première étape une succession de démarches consistant notamment à extraire des produits chlorés, de l'eau, des résidus solides, des gaz non condensables, et une condensation des huiles pyrolyses, et en ce que l'on procède, au cours d'une seconde étape, à une purification de l'huile pyrolysée produite avec lesdites matières premières au cours de ladite première étape, dans lequel ladite purification de l'huile pyrolysée est également effectuée selon un procédé de traitement thermique par pyrolyse.

[0011] Selon un mode de réalisation préféré, au cours de ladite première étape de production d'huile de pyrolyse selon un procédé de traitement thermique par pyrolyse, on effectue une élévation progressive de la température des matières premières sensiblement comprise entre 200 et 500°C, de préférence avantageusement entre 250 et 400°C et de préférence approximativement de l'ordre de 400°C.

[0012] Ensuite, au cours de ladite première étape par un procédé de traitement thermique par pyrolyse, on effectue avantageusement une déchloration des gaz de pyrolyse contenant de l'acide chlorhydrique extrait de matières plastiques contenant du chlore, en utilisant un réactif à base d'une solution alcaline et en particulier une solution à base de soude caustique ou similaire. Cette technologie est avantageusement appliquée du fait que l'on ne trie pas les matières premières et certaines matières plastiques peuvent contenir du chlore.

[0013] Étant donné que les matières premières ne sont pas triées, on effectue cours de ladite première étape de traitement thermique par pyrolyse, après la déchloration des gaz, une première séparation de l'eau mélangée aux gaz de pyrolyse.

[0014] Pour son utilisation pratique, notamment comme carburant pour des véhicules du type diesel, on effectue une transformation de l'huile de pyrolyse en carburant liquide du type diesel, et une condensation de la vapeur d'huile de pyrolyse, en huile liquide.

[0015] Par la suite, le procédé consiste, au cours de ladite première étape, par procédé de traitement thermique par pyrolyse, à effectuer une filtration de l'huile de pyrolyse liquide.

[0016] D'une manière préférentielle, ladite filtration de l'huile de pyrolyse est effectuée avec du sable siliceux, avant de pénétrer dans un réservoir d'huile de pyrolyse brute.

[0017] Au cours de ladite seconde étape, on effectue avantageusement une distillation de l'huile brute pyrolysée en élevant sa température entre une valeur d'environ 200 à 350 ° C, de préférence entre 250 et 300 ° C et avantageusement à environ 280° C.

[0018] Au cours de ladite seconde étape, après une condensation des gaz de pyrolyse, une fraction de gaz non-condensables est ramenée dans un brûleur hybride et utilisée comme combustible auxiliaire supplémentaire.

[0019] Au cours de ladite seconde étape, on effectue avantageusement une condensation de l'huile distillée qui utilise de l'eau de refroidissement en recirculation.

[0020] Au cours de ladite seconde étape, après la condensation, on effectue avantageusement un filtrage de l'huile, notamment avec du sable siliceux, puis on procède à une ventilation de cette huile avant de la stocker en vue de son utilisation.

[0021] Au cours de ladite seconde étape, le gaz combustible non-condensable entre dans le réservoir d'eau pour éviter les surpressions et les retours de flammes, ensuite, ce gaz non condensable est introduit dans un système de combustion hybride pour sa combustion servant d'apport d'énergie supplémentaire et pour éliminer le risque concernant la sécurité du processus et du dispositif de traitement.

[0022] Au cours de ladite seconde étape, on effectue avantageusement une désulfuration et un dépoussiérage des gaz de combustion.

[0023] L'objectif selon l'invention est atteint par le dispositif tel que défini en préambule et caractérisé en ce qu'il comporte un premier équipement comprenant un premier réacteur, appelé réacteur de pyrolyse comportant une cuve de craquage, des moyens pour entraîner ladite cuve de craquage en rotation autour de son axe central, une pièce d'acier en spirale soudée à l'intérieur de la cuve de craquage pour faire avancer lesdites matières premières à travers la cuve de craquage et des moyens pour élever la température des matières premières au cours d'une première étape pour produire des huiles pyrolysées brutes, et, en vue de procéder à une seconde étape, par une purification de l'huile pyrolysée produite avec lesdites matières premières, au moyen d'un dispositif de distillation de l'huile de pyrolyse brute pyrolysée obtenue au cours de ladite première étape.

[0024] Selon une forme de réalisation préférée, le dispositif comporte avantageusement un réservoir de déchloration (20) des gaz de pyrolyse contenant du chlore, en utilisant un réactif à base d'une solution alcaline et en particulier une solution à base de soude caustique ou similaire.

[0025] Le dispositif comporte par ailleurs, un séparateur de gaz et de liquide, traversé par les produits issus du réservoir de déchloration, comportant une cuve et contenant dans le sens de la hauteur, un éliminateur de brouillard constitué d'une couche poreuse à travers laquelle une grande partie des gouttelettes liquides dans la phase gazeuse sont éliminées.

[0026] Après le séparateur, le dispositif comporte avantageusement un condenseur constitué par une coque qui permet à la vapeur d'huile à haute température de traverser l'échangeur thermique, ladite vapeur d'huile à haute température étant condensée par de l'eau de refroidissement qui traverse des tuyaux disposés dans la cuve avant de ressortir de la cuve.

[0027] Selon une forme de réalisation préférée, le dispositif comporte une installation composite intégrée qui comporte deux réservoirs horizontaux superposés qui sont séparés par une paroi fixe, le réservoir supérieur comportant dans sa partie supérieure une surface de filtrage d'huiles qui retient les particules solides et le réservoir inférieur situé sous le premier réservoir d'huiles est destiné à contenir de l'eau et de préférence plusieurs ventilateurs à pression négative sont installés pour dissiper la chaleur générée par l'huile pyrolysée du réservoir et la chaleur absorbée par l'eau.

[0028] De manière avantageuse, le dispositif de distillation de l'huile de pyrolyse obtenus au cours de ladite première étape comporte une cuve pourvue d'une entrée pour l'huile brute et d'une sortie pour les gaz pyrolysés, des moyens pour procéder à une élévation de la température de ladite huile au cours d'une procédure de chauffage par distillation, d'un séparateur de gaz qui sépare le gaz de l'eau qui est générée au cours de la distillation de l'huile brute.

[0029] De manière avantageuse, le dispositif de distillation de l'huile de pyrolyse obtenue au cours de ladite étape comporte un séparateur de gaz, dans lequel on procède à la séparation d'eau et de gaz, un condenseur horizontal qui utilise de l'eau de refroidissement en recirculation, fournie par un réservoir d'eau froide, qui est solidaire d'un équipement composite intégré.

[0030] Le dispositif de distillation de l'huile de pyrolyse comporte avantageusement un condenseur horizontal agencé pour condenser les vapeurs d'huile pyrolysées en huile pyrolysée liquide.

[0031] Le dispositif de distillation de l'huile de pyrolyse comporte avantageusement un dispositif de filtrage de l'huile pyrolysée, ce dispositif de filtrage contenant notamment du sable siliceux.

[0032] Le dispositif de distillation de l'huile de pyrolyse est de préférence avantageusement équipé d'un réservoir d'huile pyrolysée filtrée.

[0033] En finalité, le dispositif de distillation de l'huile de pyrolyse comporte avantageusement un système de combustion hybride avec des pistolets de pulvérisation de carburant liquide et des pistolets à flamme de gaz pour brûler certains déchets (vapeur d'huile non condensable) et qui sont disposés à la base du réacteur de distillation.

Brève description des figures

[0034] La présente invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description détaillée d'un mode préféré de mise en oeuvre du procédé et du dispositif adapté à cette mise en oeuvre et aux dessins illustrant une forme de réalisation spécifique dudit dispositif pour appliquer ledit procédé en vue de réaliser un combustible liquide du type carburant appelé Diesel pour alimenter des moteurs correspondants, dans lesquels :

- la figure 1 représente une vue schématique d'une forme de réalisation d'une première partie du dispositif selon l'invention, permettant de décomposer un mélange de déchets à traiter, constitués de matières plastiques ou de produits en caoutchoucs, initialement en composants gazeux, puis en huile pyrolysée brute ;
- la figure 2 représente une vue en coupe d'un réacteur de pyrolyse pour assurer un craquage par voie thermique, des composants dudit mélange de déchets,
- la figure 3 représente une vue en coupe d'une forme de réalisation en coupe, d'un réservoir de déchloration des composants obtenus à la sortie du réacteur de pyrolyse,
- la figure 4 représente une vue en coupe d'une forme de réalisation d'un appareil capable de séparer les gaz et les liquides des composants obtenus à la sortie du réacteur de pyrolyse,
- la figure 5 représente une vue en coupe avantageuse d'une forme de réalisation d'un échangeur de chaleur tubulaire, dans lequel passent certains des composants, à la sortie du réacteur de pyrolyse,
- la figure 6 représente une vue en coupe avantageuse d'une forme de réalisation d'un dispositif composite comprenant un réservoir d'huile, un dispositif de filtrage d'huile, un réservoir d'eau froide de refroidissement, et un dispositif de ventilation,
- la figure 7 représente une vue en coupe d'une forme de réalisation d'un réservoir d'eau pour éviter la surpression de gaz et éviter un retour de flammes lors du craquage des matières plastiques mélangées ;
- la figure 8 représente une vue en coupe d'une forme de réalisation de désulfuration des gaz de combustion issus du brûleur ;
- les figure 9A et 9B représentent une vue d'un appareil de dépoussiérage des gaz de combustion issus du brûleur,

- la figure 10 représente une vue schématique d'une forme de réalisation d'un second compartiment du dispositif permettant de traiter l'huile brute de pyrolyse obtenue par la pyrolyse de composés de matières plastiques et/ou de produits en caoutchoucs, pour obtenir un liquide du type diesel,
- la figure 11 représente une vue en coupe d'un réacteur de distillation pour traiter l'huile de pyrolyse pour obtenir un combustible du type Diesel utilisable directement par des moteurs à combustion interne.

Meilleures manières de réaliser l'invention

[0035] Le procédé selon l'invention, consiste tout d'abord, au cours d'une première étape, à transformer les matières premières en une huile pyrolysée au moyen d'un premier équipement représenté schématiquement par les figures 1 et 2, puis, au cours d'une seconde étape, à purifier l'huile pyrolysée produite, au moyen d'un second équipement qui est en partie proche dudit premier équipement, et qui est représenté plus en détails par les figures 10 et 11. Initialement, au cours de la première étape, on commence par broyer les déchets de matières plastiques et/ou de produits en caoutchoucs, en morceaux relativement petits. Ces petits morceaux sont ensuite introduits dans un réacteur de pyrolyse où ils subissent un processus de chauffage par pyrolyse, par lequel les matériaux sont chauffés à température élevée en l'absence d'oxygène. Les matières plastiques sont progressivement transformées, par craquage, en gaz de pyrolyse. Si les déchets de matières plastiques contiennent du PVC, lorsque le processus de pyrolyse atteint des températures élevées comprises approximativement entre 200 et 500°C, ou avantageusement entre 250 et 450°C et de préférence à environ 400°C, le PVC subit une réaction de déshydrochloration qui libère du chlorure d'hydrogène et forme un polyène conjugué, comme par exemple des hydrocarbures aromatiques. Comme le gaz chlorhydrique (HCl) est irritant et corrosif, un processus de déchloration est nécessaire par la suite, pour éliminer les produits chlorés. Ce processus peut être réalisé via un réservoir de déchloration connecté au réacteur de pyrolyse et contenant une solution de NaOH 10-20% massique ou d'autres types de solutions alcalines pour neutraliser l'acide chlorhydrique. Après avoir traversé un réservoir de déchloration, un processus de réduction de la teneur en eau du gaz de pyrolyse, consiste à traverser le séparateur de gaz et de liquides, l'eau entraînée dans le gaz de pyrolyse et certaines impuretés pouvant être efficacement éliminées.

[0036] Ensuite, le gaz de pyrolyse est introduit dans des échangeurs de chaleur à enveloppe et à tubes, pour se condenser. À l'intérieur des échangeurs de chaleur, l'eau dissoute dans les gaz de pyrolyse peut être condensée puis collectée, stockée et récupérée. Dans le même temps, de grandes quantités de composés combustibles, présents dans les gaz de pyrolyse, se condensent en une huile dite huile pyrolysée.

[0037] L'huile pyrolysée est un mélange de composés aliphatiques, aromatiques et polaires ayant un point d'ébullition compris entre environ 70 et 400°C. Par conséquent, il est difficile de trouver des applications possibles sans purification. L'huile pyrolysée est pompée dans un réacteur de distillation où la distillation a lieu sensiblement entre 250 et 280 ° C. Ensuite, une étape de séparation de la vapeur d'huile évaporée est prévue, dans laquelle des résidus solides mélangés à une huile lourde, des impuretés et l'eau résiduelle sont séparés du mélange de produits à l'aide de dispositifs séparateurs spécifiques. L'huile lourde peut être recyclée comme matériau d'alimentation constitué de prochains déchets de matières plastique et de produits en caoutchoucs pour un prochain processus de craquage des matières premières par pyrolyse. Les vapeurs d'huile chaude sont acheminées vers les échangeurs de chaleur à calandre et à tubes, dans lesquels de l'eau froide est utilisée pour refroidir et condenser le flux de gaz entrant. Après quoi, le condensat est soumis aux processus de décoloration, de désodorisation et de filtration, et devient finalement un carburant équivalent à un carburant diesel primaire. La purification de l'huile pyrolysée aura une perte de masse d'environ 10 à 20%. Après la condensation, une petite fraction de gaz non-condensables est ramenée dans le brûleur hybride et utilisée comme un combustible supplémentaire, dans le but de réduire les risques au cours de la décomposition par craquage des matières premières.

[0038] Les gaz de combustion sont soumis à des processus de désulfuration et de dépoussiérage avant d'être émis de manière sûre dans l'atmosphère, en évitant toute pollution complémentaire.

[0039] Le dispositif de traitement selon l'invention se compose d'un premier ensemble comportant les équipements qui assurent le traitement de la matière première, à savoir le mélange de matières plastiques et/ou de produits en caoutchoucs, pour obtenir un combustible liquide qui est constitué d'huile brute, qui sera par la suite purifiée pour être utilisable comme un carburant du type Diesel par des moteurs de ce type. A cet effet ce carburant devra être purifié, soit immédiatement, soit par la suite, au moyen d'un équipement approprié qui est relativement proche du dispositif de production.

[0040] La figure 1 illustre ledit premier ensemble 100 dont les équipements constitutifs sont successivement un réacteur de pyrolyse 10, rotatif horizontal qui est avantageusement conçu pour être intégré dans un conteneur standard, de préférence de 20 pieds, et illustré plus en détails par la figure 2, ainsi que divers autres équipements complémentaires permettant de transformer les matières premières, qui sont des déchets mélangés, en un combustible liquide qui devra être purifié par la suite. Ces équipements complémentaires sont avantageusement illustrés en détails par les figures 3 à 9.

[0041] On notera que les matières premières, constituées de matières plastiques et/ou des produits en caoutchoucs, sont introduites dans la cuve du réacteur 10 dans le sens de la flèche A, puis sont chauffées à une température d'environ 400°C dans le réacteur 10 en vue d'assurer le craquage des matières premières. Afin d'assurer un chauffage uniforme des matières premières à traiter, le réacteur de pyrolyse 10 tourne lentement et en continu autour de son axe, durant le processus de chauffage qui peut durer plusieurs heures, jusqu'au moment où les matériaux commencent à se décomposer en se vaporisant.

[0042] A la sortie du réacteur de pyrolyse 10, schématiquement représentée par la flèche B, est placé un deuxième équipement, constitué d'un réservoir de déchloration 20 qui est destiné à éliminer les gaz contenant du chlore, issus des matières premières contenant notamment des matières plastiques contenant notamment du polyvinyle (PVC), et traitées par craquage. Le réservoir de déchloration 20 est réalisé en acier inoxydable pour résister au chlore. Il contient avantageusement une solution contenant entre 10 et 20% en poids de soude (NaOH) ou une autre solution alcaline similaire, qui absorbe le chlore gazeux.

[0043] A la sortie du réservoir de déchloration 20, l'équipement suivant est constitué d'un séparateur de gaz 30, traversé par les produits issus du réservoir de déchloration 20. A l'intérieur du séparateur de gaz 30, le mélange de vapeur d'huile produite par le craquage des matières premières à traiter et produite par la haute température, en ce qui concerne l'huile, est séparé de l'eau.

[0044] L'équipement suivant le séparateur de gaz 30, est constitué d'un condenseur horizontal 40 qui réceptionne les produits à la sortie du séparateur de gaz 30. Les vapeurs d'huile contenues dans ces produits sont refroidies dans le condenseur horizontal 40, qui utilise de l'eau de refroidissement en recirculation. Cette eau de refroidissement est fournie par un réservoir d'eau froide, qui fait partie de l'équipement suivant, constitué d'un dispositif composite intégré 50. Le dispositif composite intégré 50 est un équipement contenant un réservoir d'eau froide utilisée comme eau de refroidissement, un dispositif de filtrage d'huile, un réservoir d'huile et un dispositif de ventilation. En traversant le condenseur horizontal 40, la vapeur d'huile est condensée par refroidissement avec ladite réserve d'eau froide, c'est-à-dire transformée en huile liquide, puis passe à travers un dispositif de filtration, contenant du sable siliceux, avant de pénétrer enfin dans un réservoir d'huile du dispositif composite 50.

[0045] Une très petite quantité de vapeur d'huile non-condensée passe à travers un réservoir d'eau 60, qui permet d'éviter des retours de flammes et d'ajuster la pression durant le processus, avant d'être introduite dans une canalisation de gaz d'un système de combustion hybride. Ainsi, cette vapeur d'huile sert non seulement de source d'énergie supplémentaire, mais elle est également éliminée, ce qui réduit les risques en ce qui concerne la sécurité du processus et du dispositif de traitement.

[0046] Pour une émission en toute sécurité, les gaz d'échappement de la combustion passent dans un système de désulfuration 70 et un système de dépoussiérage 80 grâce à un ventilateur à tirage pour un traitement ultérieur.

[0047] Mis en place dans un conteneur standard du type conteneur standard de 20 pieds, par exemple, ce système est conçu pour effectuer un traitement quotidien de l'ordre de 1000 kg de pneumatiques usagés ou d'autres produits en caoutchoucs et/ou de 500 kg de matières plastiques mélangées, contenant en particulier des produits polluants, sales, tels que des colorants et ayant séjourné pendant des périodes parfois très longues sur des sites non protégés.

[0048] La FIG. 2 illustre une forme de réalisation avantageuse du réacteur de pyrolyse 10 pour le traitement de transformation par craquage d'un mélange de déchets de matières plastiques et/ou de produits en caoutchoucs qui constituent les matières premières à traiter. Les matières premières sont introduites selon la flèche A dans une cuve centrale de craquage par pyrolyse 11 et sont progressivement soumis à une décomposition thermique par craquage, à relativement haute température. Pour faciliter l'alimentation des matériaux, l'entrée de la cuve de craquage 11 du réacteur de pyrolyse 10 comporte avantageusement une porte métallique 12 qui peut être entièrement ouverte. Les parois latérales 13 de la cuve centrale de craquage 11 du réacteur de pyrolyse 10 sont de préférence en acier inoxydable ou en acier pour chaudière. Lesdites parois latérales 13 sont isolées par une couche isolante 14. Afin d'assurer un chauffage uniforme des matières premières dans la cuve de craquage 11, le réacteur de pyrolyse 10 est entraîné en rotation lentement et de manière unidirectionnelle par un dispositif d'entraînement mécanique externe 15. Une pièce d'acier en spirale 16 est soudée à l'intérieur de la paroi latérale 13 de la cuve de craquage 11 du réacteur de pyrolyse 10. En tournant, la cuve de craquage 11 entraîne la pièce d'acier en spirale 16 pour entraîner et pousser la matière première vers la sortie B vers l'extrémité arrière de la cuve de craquage 11. La pièce d'acier en spirale 16 sert également à pousser les résidus solides de pyrolyse vers le réservoir à scories 18.

[0049] Le réacteur de pyrolyse 10 est alimenté par un système de combustion hybride huile et gaz. Le système de combustion hybride se trouve au bas de la cuve de craquage 11 du réacteur de pyrolyse 10 et comporte par exemple trois pistolets 19a de pulvérisation de carburant liquide, centrés comme source principale d'énergie. Deux ensembles de pistolets 19b à flamme de gaz, servant comme apport d'énergie supplémentaire, sont répartis sur les côtés gauche et droit des ensembles de pistolets 19a.

[0050] La FIG. 3 illustre un équipement suivant, constitué par une vue en coupe du réservoir de déchloration 20 de la figure 1. Il comporte une cuve 21, de préférence en acier inoxydable qui est portée par des pieds 22 de support de la cuve 21. Cette cuve 21 est destinée à recevoir du gaz de pyrolyse pouvant contenir de l'acide chlorhydrique (HCl) gazeux, en fonction de la composition des matières plastiques à traiter. A cet effet, il est pourvu d'au moins un conduit vertical 23 ayant une entrée 24 située au sommet du conduit vertical 23, située de préférence à l'extérieur de la cuve 21 et une sortie 25, située au bas du conduit 23 à l'intérieur au bas de la cuve 21. Sur la paroi latérale de la cuve 21, est située une entrée 26 destinée à recevoir la solution de soude (NaOH) à 10-20% massique ou d'autres types de solutions alcalines destinées à neutraliser l'acide chlorhydrique. Après neutralisation d'une quantité suffisante d'acide chlorhydrique gazeux, la solution

peut être déchargée par un orifice d'évacuation 28 qui débouche à la base de la cuve 21. Le gaz issu du craquage dans le cadre du traitement de pyrolyse est évacué par une sortie 27, disposée au sommet de la cuve 21.

[0051] La figure 4 représente un équipement complémentaire constitué par un appareil de séparation 30 du gaz et du liquide, disposé à la suite du réservoir de déchloration 20 de la figure 1. La vapeur d'huile issue du traitement par pyrolyse et qui est appelée gaz de pyrolyse, est un mélange complexe contenant beaucoup d'eau. Lorsqu'un gaz à haute température pénètre dans un grand récipient, une détente instantanée peut engendrer une liquéfaction. Le séparateur du gaz et du liquide 30 adopte ce principe pour réaliser la séparation du gaz et du liquide. Le séparateur du gaz et du liquide 30 est constitué par une cuve 31, disposée verticalement et qui est séparée, dans le sens de la hauteur par un éliminateur de brouillard 33 constitué d'une couche poreuse à travers laquelle une grande partie des gouttelettes liquides dans la phase gazeuse sont éliminées. L'eau libre mélangée au gaz à la sortie 27 de la cuve 21 du réservoir de déchloration 20 et le pétrole lourd sont séparés par gravité. Ils sont introduits dans la cuve 31 de l'appareil de séparation 30 du gaz et du liquide par une entrée 32 qui est l'entrée, selon la flèche G, de la vapeur d'huile de pyrolyse. L'huile lourde présente initialement dans l'huile de pyrolyse, est déchargée par une sortie 34a et l'eau est évacuée par une sortie 34b. Les vapeurs d'huile relativement sèches sont évacuées par une sortie 36, selon la flèche H. La sortie 37 est utilisée pour le drainage et les scories. Une soupape de sécurité 38 est agencée en haut de la cuve 31 pour réguler la pression du gaz. La référence 39 désigne les vannes de niveau de liquide utilisées pour ajuster le niveau de liquide.

[0052] La figure 5 illustre un équipement correspondant à une vue en coupe d'une forme de réalisation avantageuse de l'échangeur de chaleur 40 de la figure 1. Après le séparateur de gaz et de liquide 30, la vapeur d'huile à haute température pénètre à l'intérieur d'une cuve horizontale 41 par une entrée 42, selon la flèche J. Pour permettre un échange de chaleur, de l'eau de refroidissement est introduite par l'entrée 44 selon la flèche L et traverse la cuve horizontale à travers les tuyaux 41a, 41b, 41c et 41d. L'eau de refroidissement est ensuite évacuée par la sortie 45 selon la flèche M. La vapeur d'huile échange de la chaleur avec l'eau de refroidissement contenue dans les tuyaux 41a, 41b, 41c et 41d tout au long de son passage dans la cuve horizontale 41. Le parcours de la vapeur d'huile est entravé par des déflecteurs 46 qui permettent un meilleur échange de chaleur entre la vapeur d'huile et l'eau de refroidissement dans l'échangeur de chaleur 40. Cette vapeur d'huile est condensée et peut s'échapper par la sortie 43 selon la flèche K.

[0053] La figure 6 illustre un équipement correspondant à une vue en coupe d'une forme de réalisation avantageuse du dispositif composite intégré 50 de la figure 1. Ce dispositif comporte une cuve horizontale supérieure 51a et une cuve horizontale inférieure 51b qui sont respectivement un réservoir à huile pyrolysée pour la cuve supérieure 51a et un réservoir à eau pour la cuve inférieure 51b. La cuve horizontale supérieure 51a et la cuve horizontale inférieure 51b sont séparées par un organe de séparation 52 horizontal. L'huile pyrolysée entre dans la cuve supérieure 51a par les entrées 54, et la cuve supérieure 51a comporte une nappe filtrante 53 horizontale, par laquelle l'huile pyrolysée doit passer pour être entreposée dans la cuve. Une sortie 55 est ménagée à la base de la cuve supérieure 51a pour permettre la reprise de l'huile pyrolysée liquide stockée dans cette cuve. La cuve inférieure 51b constitue un réservoir d'eau situé sous le réservoir d'huile pyrolysée. L'eau pénètre par le conduit 56 et est évacuée par 57. La circulation de l'eau est assurée par une pompe à eau externe. Un maillage de refroidissement par grille métallique et plusieurs ventilateurs à pression négative 59 sont installés pour dissiper la chaleur de l'huile pyrolysée et la chaleur absorbée par l'eau.

[0054] Le composant suivant 60 de la figure 1 est représenté plus en détails par la figure 7 pour agir comme une soupape de sécurité pour empêcher la surpression de gaz et éviter les retours de flammes lors du craquage thermique des matières plastiques. Il s'agit d'un réservoir d'eau 60 destiné pour prévenir les fuites de gaz, à récupérer le gaz dialysé, de réguler la pression du dispositif et finalement de prévenir les retours de flammes. Le réservoir d'eau 60 est constitué d'une cuve 61, disposée verticalement. La cuve 61 comporte au sommet, une entrée 62 qui est raccordée à un tube vertical central 63, descendant au-delà du milieu de la cuve 61 et qui sert de conduit, ouvert à sa base, pour amener le gaz combustible non-condensable dans l'eau de la cuve 61, afin de prévenir les fuites de gaz, récupérer le gaz dialysé, réguler la pression du dispositif et éviter les retours de flammes provenant de la combustion des gaz du système de combustion hybride. L'eau est ajoutée dans la cuve 61 par une entrée 64. Le gaz combustible, après avoir été en contact avec la masse d'eau de la cuve 61, est évacué par une sortie latérale 65. Le surplus d'eau interne est évacué par une sortie 66 située au niveau de la base de la cuve 61.

[0055] Le composant suivant 70 du dispositif de la figure 1 est représenté plus en détails par la figure 8 qui illustre un appareil de désulfuration des gaz de combustion. Les gaz de combustion contiennent du soufre et entrent dans l'appareil de désulfuration 70 qui est composé d'une cuve 71 disposée verticalement. Cette cuve 71 comporte une entrée 72 par laquelle pénètrent les gaz de combustion. A l'intérieur de la cuve 71 sont disposées plusieurs buses horizontales, décalées entre elles et réparties dans les couches supérieure et inférieure afin de nettoyer et désulfurer les gaz de combustion. De bas en haut, la cuve contient deux rampes de rinçage 73 avec des buses dirigées vers le bas pour rincer les gaz de combustion pénétrant par une entrée 72, selon la flèche 1. Au-dessus de ces rampes de rinçage 73 est située une autre rampe 74 avec des buses dirigées vers le haut, en direction d'un distributeur 75 de produits anti-mousse. Un deuxième distributeur 75 de produits anti-mousse est disposé plus haut, sous une sortie centrale 76 de la cuve 71. Entre les deux distributeurs 75 de produits antimousse est positionnée une rampe double de pulvérisation d'eau 77 avec deux séries de buses qui giclent de l'eau respectivement vers le bas et vers le haut sur lesdits distributeurs 75. L'eau de circulation utilisée par les différentes buses est fournie par une pompe de circulation 78 ou par un conduit complémentaire. Après un nettoyage initial, les gaz de combustion ascendants traversent les couches inférieure et supérieure de l'agent anti-mousse

et sont finalement évacués par 76, dans le sens de la flèche J. Le matériau adsorbé sur l'agent antimousse 75 est éliminé par l'eau de rinçage. Les eaux usées générées pendant le processus de désulfuration sont déchargées par une sortie 79, selon la flèche K, disposée au bas de la cuve 71.

[0056] Le composant suivant 80 du dispositif de la figure 1 est représenté plus en détails par les figures 9A et 9B qui illustrent les parties constitutives d'un appareil de dépoussiérage 80 des gaz de combustion. La figure 9A représente l'appareil de dépoussiérage complet. Les gaz de combustion émis par la combustion sont pris en charge par l'appareil de dépoussiérage 80 qui comporte comme le montre la figure 9A, par exemple une ossature en forme de conteneur 81 creux, complété vers le bas et vers le haut par deux troncs de cône 82 qui ont chacun une entrée 83, servant respectivement d'entrée et de sortie des gaz avant et après le dépoussiérage des gaz. L'ossature 81 comporte une porte 84, derrière laquelle il y a un seau cylindrique 85 en treillis métallique en acier inoxydable, représenté sur la figure 9B. La porte 84 est une porte métallique pouvant être ouverte. Le seau cylindrique 85 est ouvert sur le dessus et fermé à sa base afin de maintenir le charbon actif en vue de l'adsorption des gaz. Le gaz de combustion pénètre dans l'appareil de dépoussiérage 80 par l'entrée inférieure 83, selon la flèche O et le gaz de combustion propre est évacué par la sortie supérieure 83, selon la flèche P.

[0057] Le dispositif de raffinage de l'huile brute produite avec des matières plastiques et des caoutchoucs est avantageusement logé intégralement dans un conteneur standard, en particulier de 20 pieds, pour pouvoir être déplacé facilement et surtout de manière standardisée dans un local conçu selon une architecture rationnelle et complète. Toutefois, la fabrication d'huiles dialysées nécessite un traitement de purification pour que ces huiles issues de produits mélangés puissent être utilisées de manière efficace comme un carburant du type diesel, par des moteurs adaptés aux combustibles de type diesel. C'est la raison pour laquelle cette huile pyrolysée doit subir une seconde opération, qui est une opération de purification et qui doit compléter l'opération de production des huiles qui consiste notamment à craquer des matières plastiques. Cette seconde opération est effectuée au cours d'une deuxième étape par un dispositif qui sera décrit en détails et illustré par les figures 10 et 11.

[0058] La FIG. 10 illustre une forme de réalisation avantageuse dudit second dispositif de purification d'huile pyrolysée réalisé, sensiblement comme la production de l'huile pyrolysée, avec ledit second équipement qui est relativement proche du premier équipement dit de production d'huile pyrolysée.

[0059] Au cours de ce processus de purification de l'huile pyrolysée, on procède au chauffage de l'huile pyrolysée brute à une température de l'ordre de 200 à 300°C dans un réacteur horizontal de distillation 100. Cette huile pyrolysée est introduite dans le réacteur 100 selon la flèche N. Ledit second dispositif appelé dispositif de purification est avantageusement positionné, comme ledit premier dispositif, dans un conteneur standard, par exemple de 20 pieds. Au cours de ce chauffage, l'huile pyrolysée à purifier, commence à se vaporiser. La vapeur d'huile pyrolysée est transportée vers un séparateur de gaz 200, selon la flèche L, dans lequel on procède à la séparation d'eau et de gaz. Par la suite, la vapeur d'huile est acheminée vers un condenseur horizontal 210 qui utilise de l'eau de refroidissement en recirculation, fournie par un réservoir d'eau froide 220b, qui s'intègre à un équipement composite 220. L'équipement composite intégré 220 contient un réservoir d'eau froide de refroidissement, un dispositif de filtrage d'huile, un réservoir d'huile et un dispositif de ventilation. Après avoir traversé un condenseur horizontal 210, les vapeurs d'huile sont condensées en huile liquide. Ensuite, l'huile liquide passe à travers un dispositif de filtrage d'huile contenant notamment du sable siliceux, et pénètre enfin dans un réservoir d'huile 220a. Une très petite quantité de vapeur d'huile non condensée passe dans le réservoir d'eau pour éviter les retours de flammes, avant d'être introduite par les conduites dans un système de combustion hybride 119b, disposés à la base du réacteur 100. Ces vapeurs d'huile sont brûlées en tant que source d'énergie supplémentaire, et/ou pour éliminer les risques. Afin de permettre une évacuation en toute sécurité, les gaz d'échappement de la combustion sont introduits dans un système de désulfuration et un système de dépoussiérage identiques à des composants du premier dispositif de production d'huile de pyrolyse.

[0060] La FIG. 11 illustre une forme de réalisation du réacteur de purification par distillation d'huile de pyrolyse appelée également huile pyrolysée. Le réacteur de distillation 100 est constitué d'une cuve 91, disposée horizontalement, et comporte une porte avant 92, une porte arrière 93 et des parois latérales 94, qui sont de préférence en acier inoxydable ou en acier normal pour chaudière. La porte avant 92 comporte une entrée 95, par laquelle est introduite l'huile pyrolysée dans la cuve 91, selon la flèche N. La paroi latérale 94 est recouverte d'une couche isolante 96. Le réacteur de distillation est alimenté par un système de combustion hybride d'huile et de gaz. Le système de combustion hybride se trouve au bas du réacteur de distillation 100, sous la cuve 91 et comporte des pistolets de carburant liquide 119a centrés comme source principale d'énergie. Deux ensembles de pistolets à flamme de gaz 119b sont disposés de part et d'autre comme apport d'énergie supplémentaire. La vapeur d'huile générée après le processus de distillation est déchargée par une sortie 97, disposée au sommet et à l'arrière de la cuve 91, selon la flèche L.

[0061] La présente invention n'est pas limitée aux formes de réalisation décrites, mais peut subir différentes modifications ou variantes évidentes pour l'homme du métier. En particulier les différents composants qui permettent d'une part la production d'huile de pyrolyse brute à partir de déchets de matières plastiques et de produits usagés en caoutchoucs, pourraient présenter des formes particulières. En outre, les deux équipements destinés l'un à la fabrication et l'autre à la purification de l'huile pyrolysée par distillation, pourraient être disposés dans un même site ou dans deux sites séparés. Idéalement, les deux sites sont identiques et les deux équipements sont relativement proches au point de vue réalisation. Les sites sont de préférence des conteneurs standards, par exemple du type à 20 pieds, qui peuvent être placés à des

emplacements stratégiques, à proximité de zones de stockage de déchets et pourraient même être montés sur des bateaux pour collecter des déchets, puis pour les traiter directement, en les éliminant comme déchets polluants qui encombrant les surfaces marines.

Revendications

1. Procédé de transformation de matières premières organiques, notamment de déchets mélangés comprenant des matières plastiques, par exemple des matières thermoplastiques et/ou divers produits en caoutchoucs, en vue de réaliser un combustible liquide, en particulier du type „diesel“, utilisable par des moteurs à combustion interne, caractérisé en ce que, l'on effectue, au cours d'une première étape, une transformation des matières premières en huiles pyrolysées, par un procédé de traitement thermique par pyrolyse, en ce que l'on effectue, au cours de cette première étape, un fractionnement mécanique desdites matières premières, en les faisant tourner en continu dans un réacteur pendant une opération de chauffage en vue de leur chauffage par pyrolyse, en ce que l'on effectue, au cours de ladite première étape une succession de démarches consistant notamment à extraire des produits chlorés par un système de déchloration, de l'eau par un système de séparation de gaz et de liquide, des résidus solides par un système d'évacuation des résidus solides par une pièce d'acier en spirale à l'intérieur du réacteur, des gaz non condensés durant la phase de condensation par un système d'évacuation des gaz, et une condensation des huiles pyrolysées par un condenseur, et en ce que l'on procède, au cours d'une seconde étape, à une purification de l'huile pyrolysée produite avec lesdites matières premières au cours de ladite première étape, dans lequel ladite purification de l'huile pyrolysée est également effectuée selon un procédé de raffinage.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au cours de ladite première étape de production d'huile de pyrolyse selon un procédé de traitement thermique par pyrolyse, on effectue une élévation progressive de la température des matières premières comprise entre 200 et 500°C, de préférence avantageusement entre 250 et 400°C et de préférence de 400°C.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au cours de ladite première étape par un procédé de traitement thermique par pyrolyse, on effectue une déchloration des gaz de pyrolyse contenant de l'acide chlorhydrique extrait de matières plastiques contenant du chlore, en utilisant un réactif à base d'une solution alcaline.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au cours de ladite première étape par un procédé de traitement thermique par pyrolyse, on effectue après la déchloration des gaz, une première séparation de l'eau mélangée aux gaz de pyrolyse.
5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au cours de ladite première étape par un procédé de traitement thermique par pyrolyse, on effectue une condensation de la vapeur d'huile de pyrolyse au cours de laquelle elle est transformée en huile liquide puis elle passe à travers un dispositif de filtration.
6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au cours de ladite première étape par un procédé de traitement thermique par pyrolyse, on effectue une filtration de l'huile de pyrolyse liquide.
7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que ladite filtration de l'huile de pyrolyse est effectuée avec du sable siliceux avant de pénétrer dans un réservoir d'huile de pyrolyse brute.
8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au cours de ladite seconde étape, on effectue une distillation de l'huile de pyrolyse brute en élevant leur température entre une valeur de 200 à 350° C, de préférence entre 250 et 300° C et avantageusement à 280° C.
9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au cours de ladite seconde étape, après une condensation des gaz de pyrolyse, une fraction de gaz non-condensés est ramenée dans un brûleur hybride et utilisé comme combustible auxiliaire supplémentaire.
10. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que, au cours de ladite seconde étape, on effectue une condensation de l'huile distillée qui utilise de l'eau de refroidissement en recirculation.
11. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que, au cours de ladite seconde étape, on effectue un filtrage d'huile, notamment avec du sable siliceux, puis on procède à une ventilation de refroidissement de cette huile avant de la stocker en vue de son utilisation.
12. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que, au cours de ladite seconde étape, on effectue une réserve d'eau utilisée pour éviter des retours de flammes et les surpressions.
13. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que, au cours de ladite seconde étape, on effectue une combustion hybride pour l'approvisionnement en énergie en utilisant comme principale source d'énergie le combustible liquide de type „diesel“ obtenu au terme du procédé et le gaz non-condensé durant l'étape de condensation comme un apport d'énergie supplémentaire.
14. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que, au cours de ladite première étape et de ladite seconde étape, le gaz non condensé est brûlé et sert comme apport d'énergie supplémentaire, ce qui permet d'éliminer ce gaz à risque.

15. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que, au cours de ladite première étape et de ladite seconde étape, on effectue une désulfuration et un dépoussiérage des gaz de combustion émis lors du processus de chauffage de la distillation.
16. Dispositif de transformation de matières premières organiques, notamment de déchets mélangés comprenant des matières plastiques, par exemple notamment des matières thermoplastiques et/ou divers produits en caoutchoucs, en vue de réaliser un carburant liquide, notamment du type carburant „diesel“ utilisable par des moteurs à combustion interne, le dispositif étant caractérisé en ce qu'il comporte un premier équipement comprenant un premier réacteur (10), appelé réacteur de pyrolyse comportant une cuve (11) de craquage, des moyens pour entraîner ladite cuve (11) de craquage en rotation autour de son axe central, une pièce d'acier en spirale (16) soudée à l'intérieur de la cuve de craquage (11) pour faire avancer lesdites matières premières à travers la cuve (11) de craquage et des moyens pour élever la température des matières premières, un réservoir de déchloration (20) où est passée la vapeur obtenue par pyrolyse desdites matières premières afin d'en extraire les produits chlorés, un séparateur de gaz et de liquide (30) pour séparer la vapeur déchlorée et un condenseur (40) pour condenser le produit gazeux sortant du séparateur, au cours d'une première étape pour produire des huiles pyrolysées brutes, et, en vue de procéder à une seconde étape, par une purification de l'huile pyrolysée produite avec lesdites matières premières, au moyen d'un dispositif de distillation (100) de l'huile de pyrolyse obtenue au cours de ladite première étape.
17. Dispositif de transformation de matières premières, selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte un réservoir de déchloration (20) des gaz de pyrolyse contenant du chlore, en utilisant un réactif à base d'une solution alcaline.
18. Dispositif de transformation de matières premières, selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte un séparateur de gaz et de liquide (30), traversé par les produits issus du réservoir de déchloration (20), comportant une cuve (31) et contenant dans le sens de la hauteur, un éliminateur de brouillard (33) constitué d'une couche poreuse à travers laquelle une grande partie des gouttelettes liquides dans la phase gazeuse sont éliminées.
19. Dispositif de transformation de matières premières, selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte un condenseur (40) constitué par une cuve (41) qui contient de la vapeur d'huile à haute température, ladite vapeur d'huile à haute température étant condensée par de l'eau de refroidissement qui traverse des tuyaux (41a, 41b, 41c et 41d) disposés dans la cuve (41) avant de ressortir de la cuve (41).
20. Dispositif de transformation de matières premières, selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif composite intégré (50) qui comporte deux réservoirs horizontaux superposés (51a) et (51b) qui sont séparés par une paroi (52) fixe, le réservoir supérieur 51a comportant dans sa partie supérieure une surface de filtrage (53) d'huiles qui retient les particules solides et le réservoir inférieur (51b) situé sous le premier réservoir d'huiles est destiné à contenir de l'eau et de préférence plusieurs ventilateurs à pression négative (59) sont installés pour dissiper la chaleur générée par l'huile pyrolysée du réservoir (51a) et la chaleur absorbée par l'eau (51b).
21. Dispositif de transformation de matières premières, selon la revendication 16, caractérisé en ce que le dispositif de distillation (100) de l'huile de pyrolyse obtenue au cours de ladite première étape, comporte une cuve (100) pourvue d'une entrée (95) pour l'huile brute et d'une sortie (97) pour les gaz pyrolysés purifiés, des moyens pour procéder à une élévation de la température de ladite huile au cours d'une procédure de chauffage par pyrolyse, d'un séparateur de gaz (200) qui sépare le gaz de l'eau qui se produit au cours de la distillation de l'huile brute.
22. Dispositif de transformation de matières premières, selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte un séparateur de gaz (200), dans lequel on procède à la séparation d'eau et de gaz, un condenseur horizontal (210) qui utilise de l'eau de refroidissement en recirculation, fournie par un réservoir d'eau froide (220b), qui est solidaire d'un équipement composite intégré (220).
23. Dispositif de transformation de matières premières, selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte un condenseur horizontal (210) agencé pour condenser les vapeurs d'huile pyrolysée en huile pyrolysée liquide.
24. Dispositif de transformation de matières premières, selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de filtrage de l'huile pyrolysée, ce dispositif de filtrage contenant notamment du sable siliceux.
25. Dispositif de transformation de matières premières, selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte un réservoir d'huile pyrolysée (220a) filtrée.
26. Dispositif de transformation de matières premières, selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte un système de combustion hybride (119a et 119b), disposé à la base du réacteur de distillation (100).

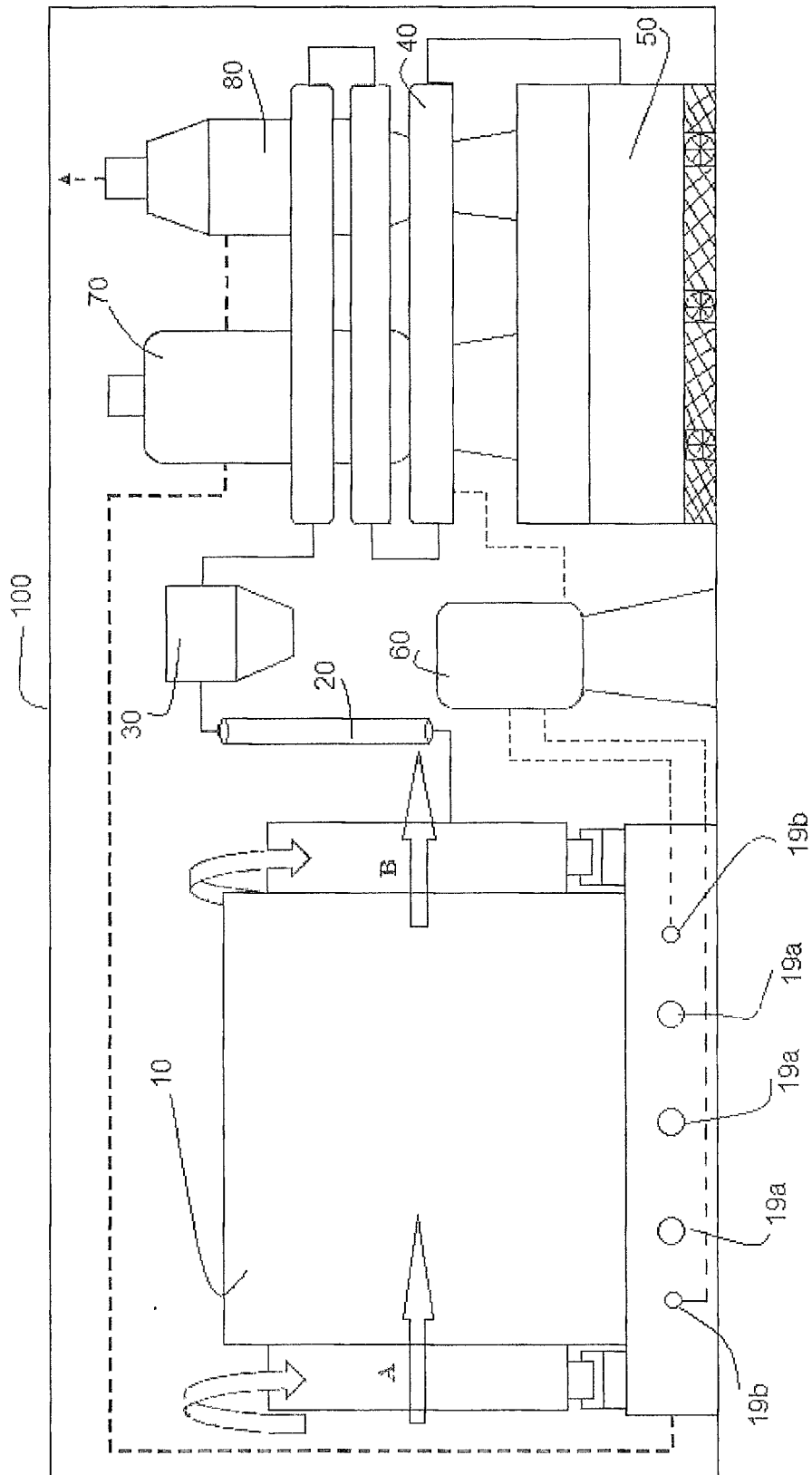


FIG.1

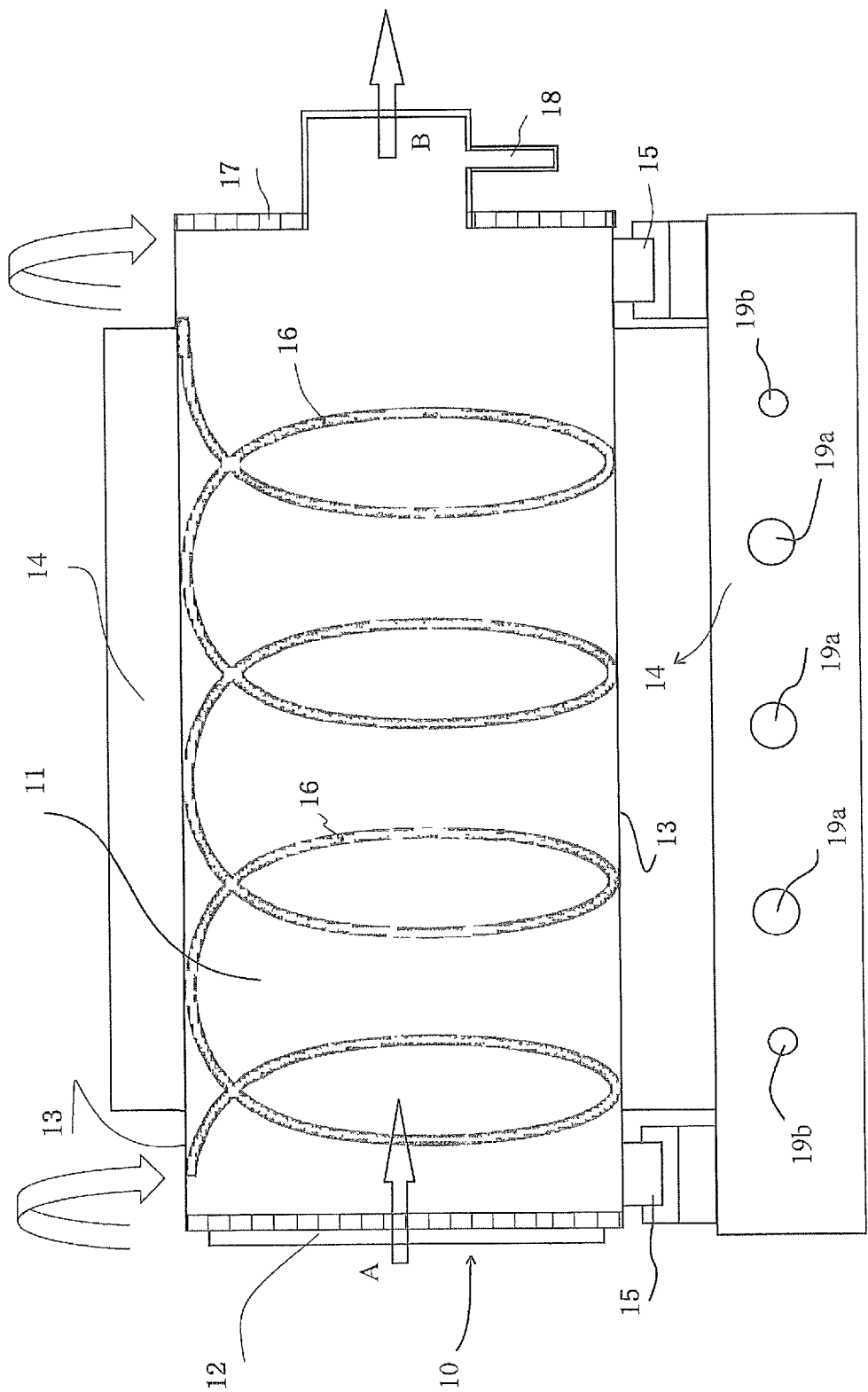


FIG. 2

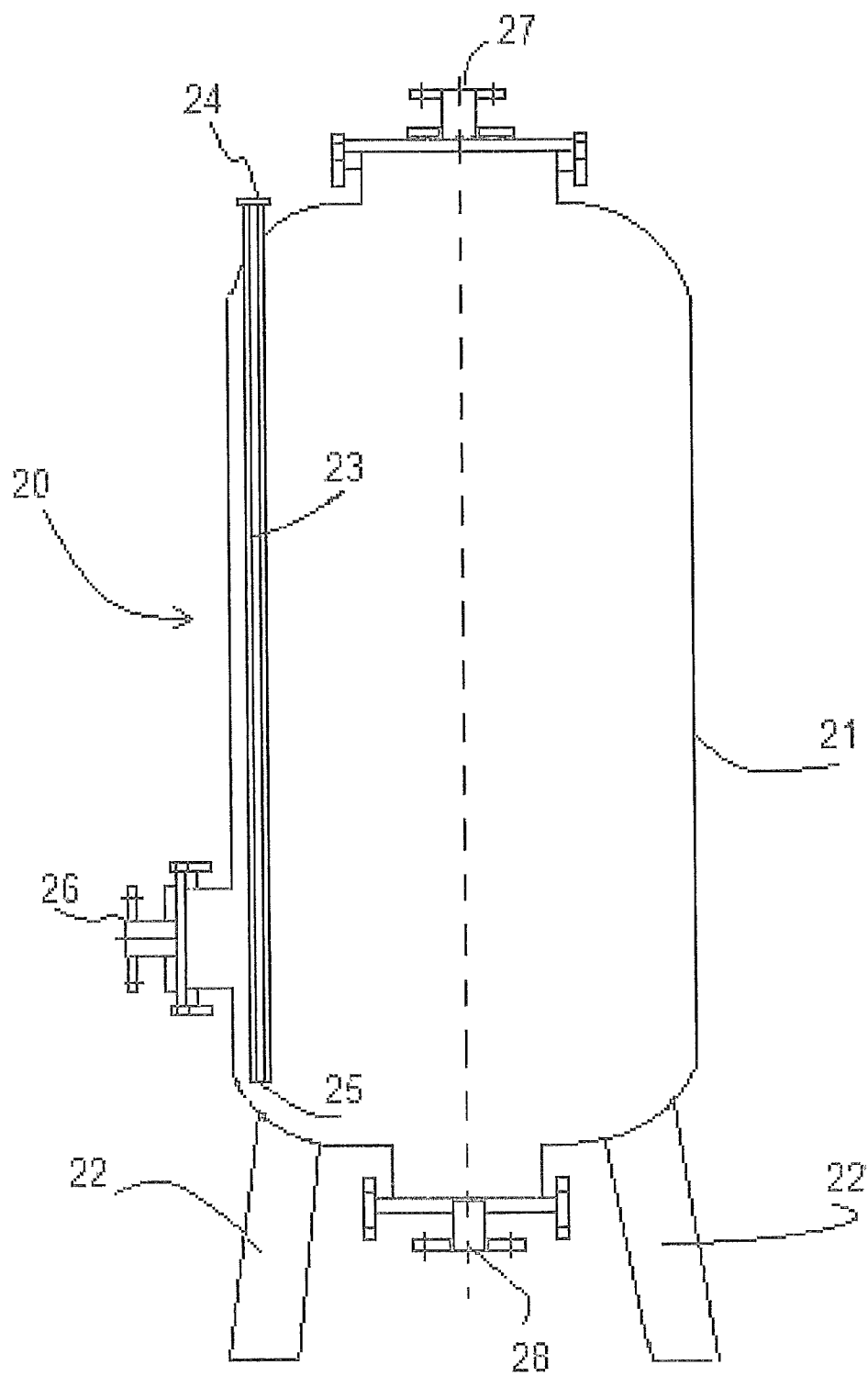


FIG. 3

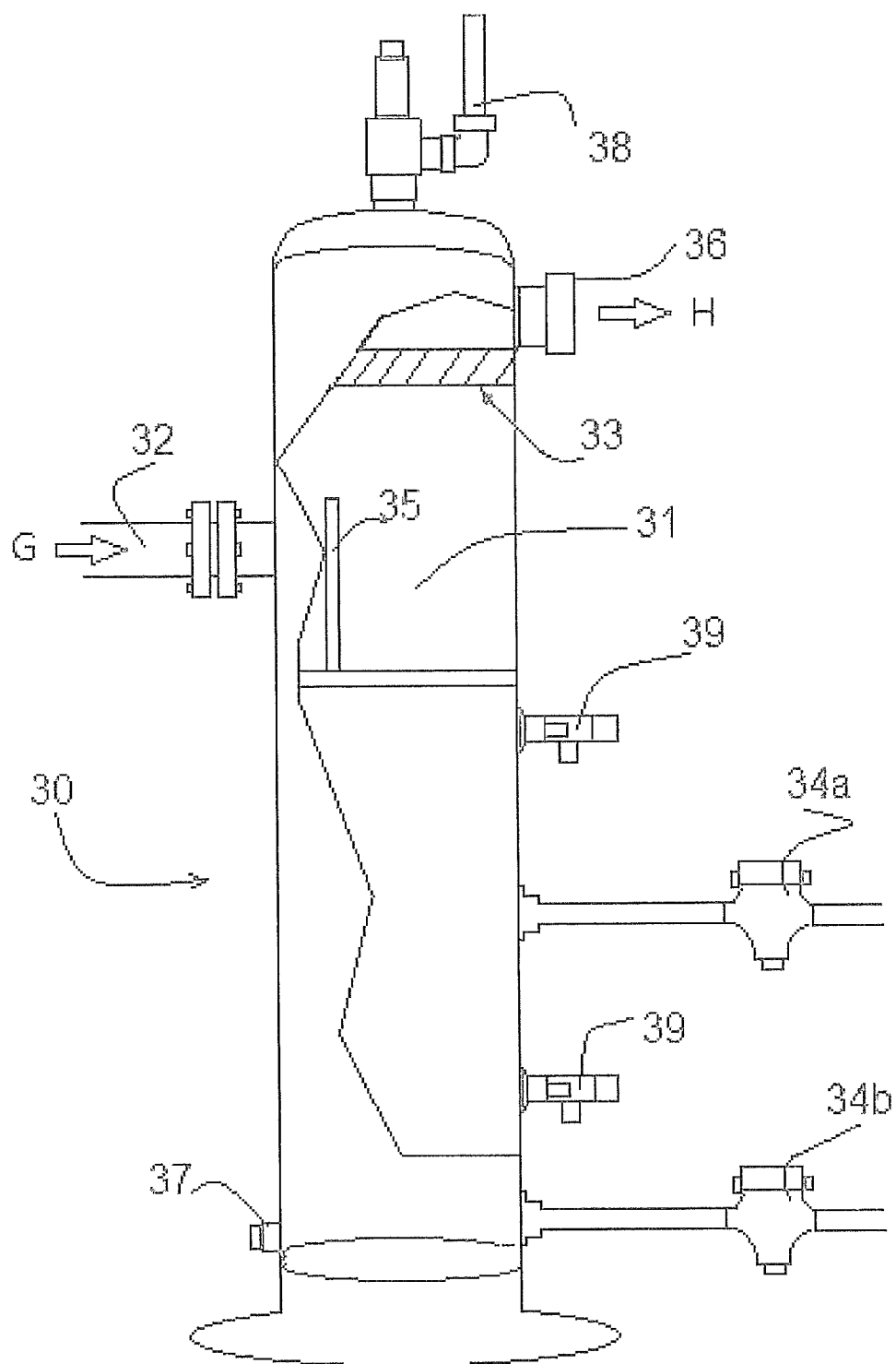


FIG. 4

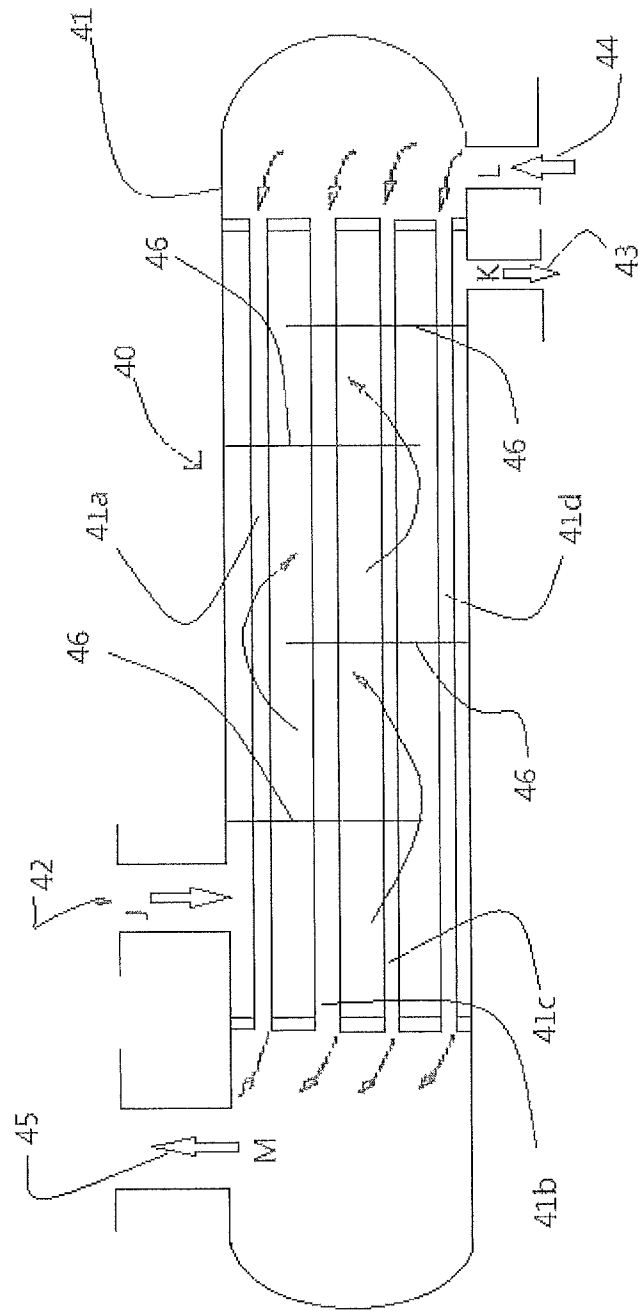


FIG. 5

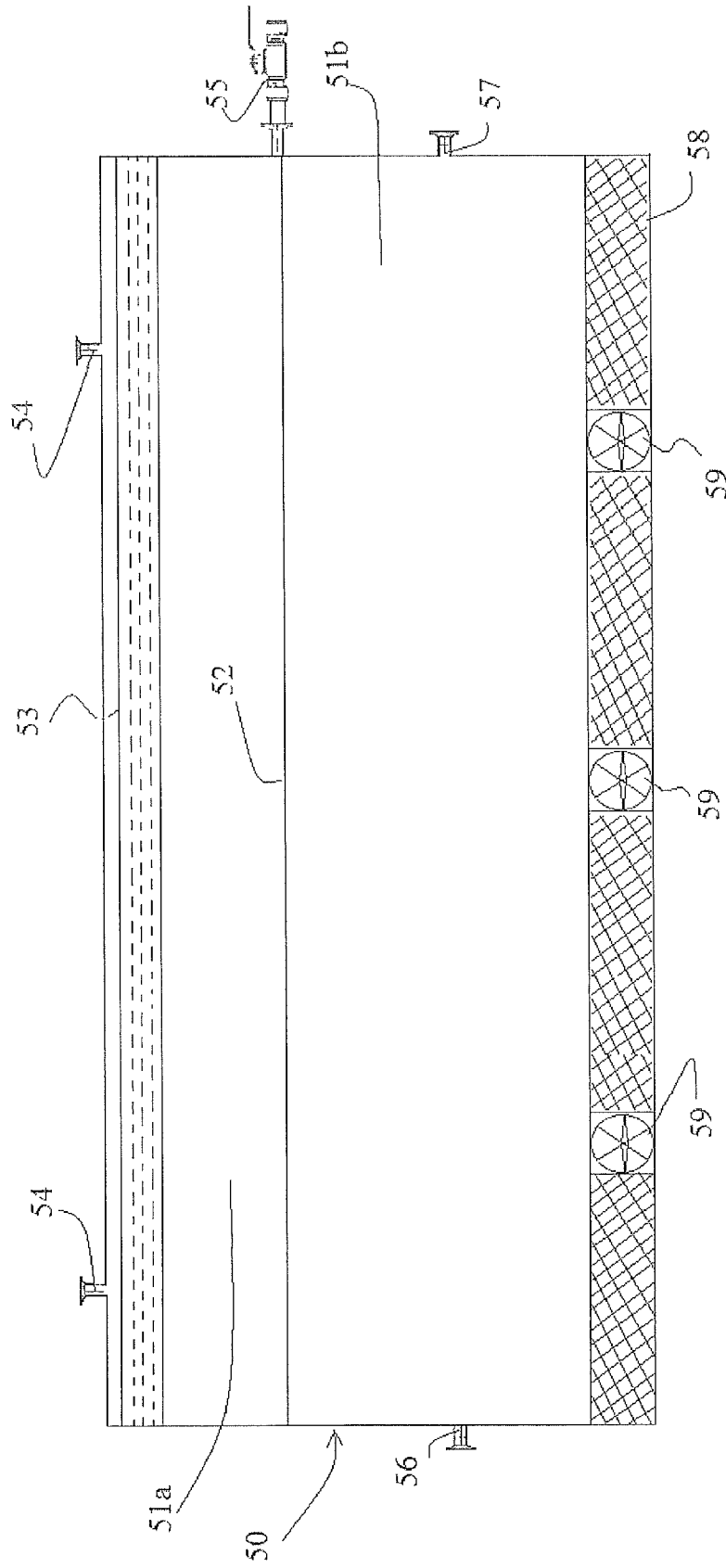


FIG. 6

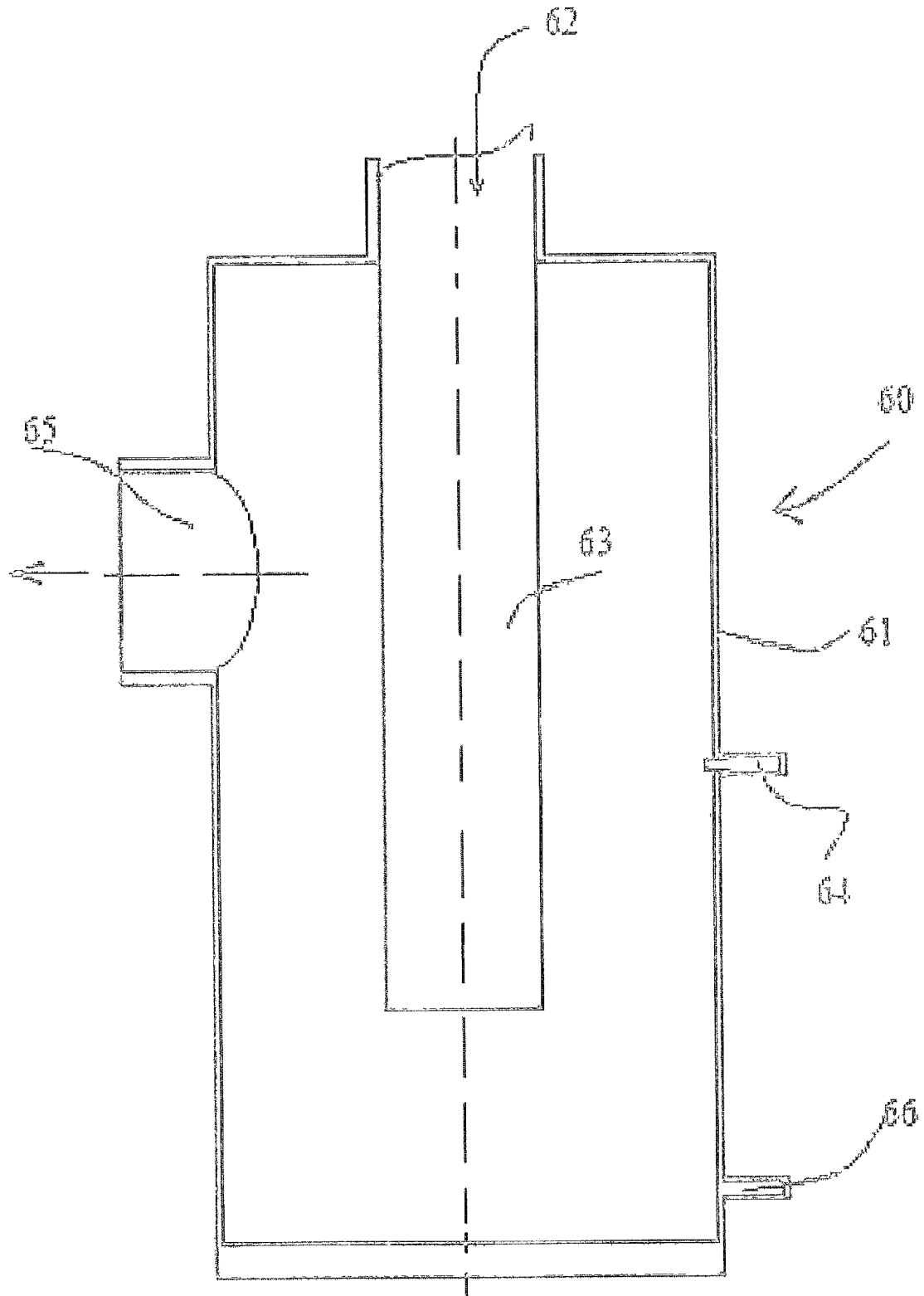


FIG. 7

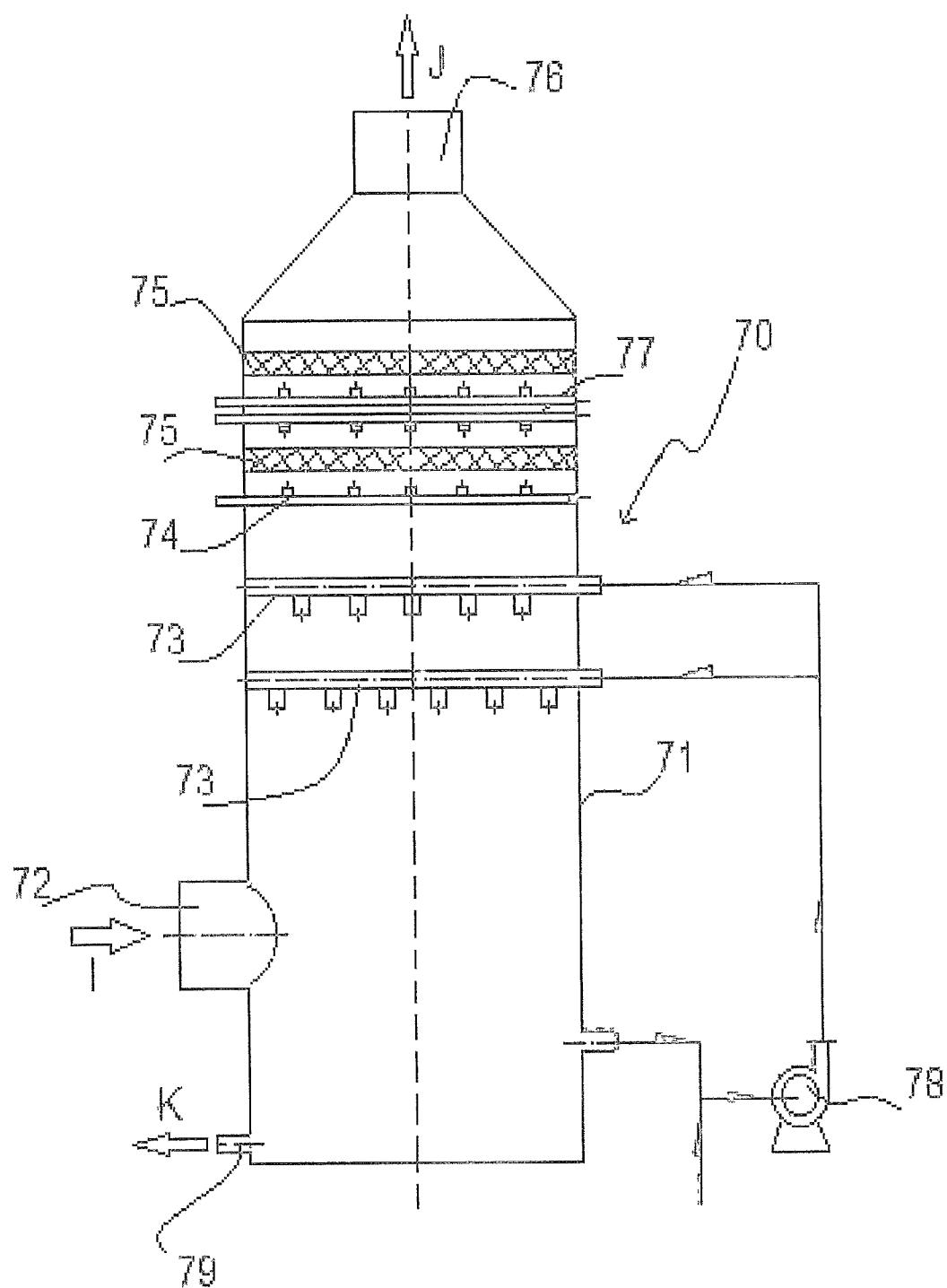


FIG. 8

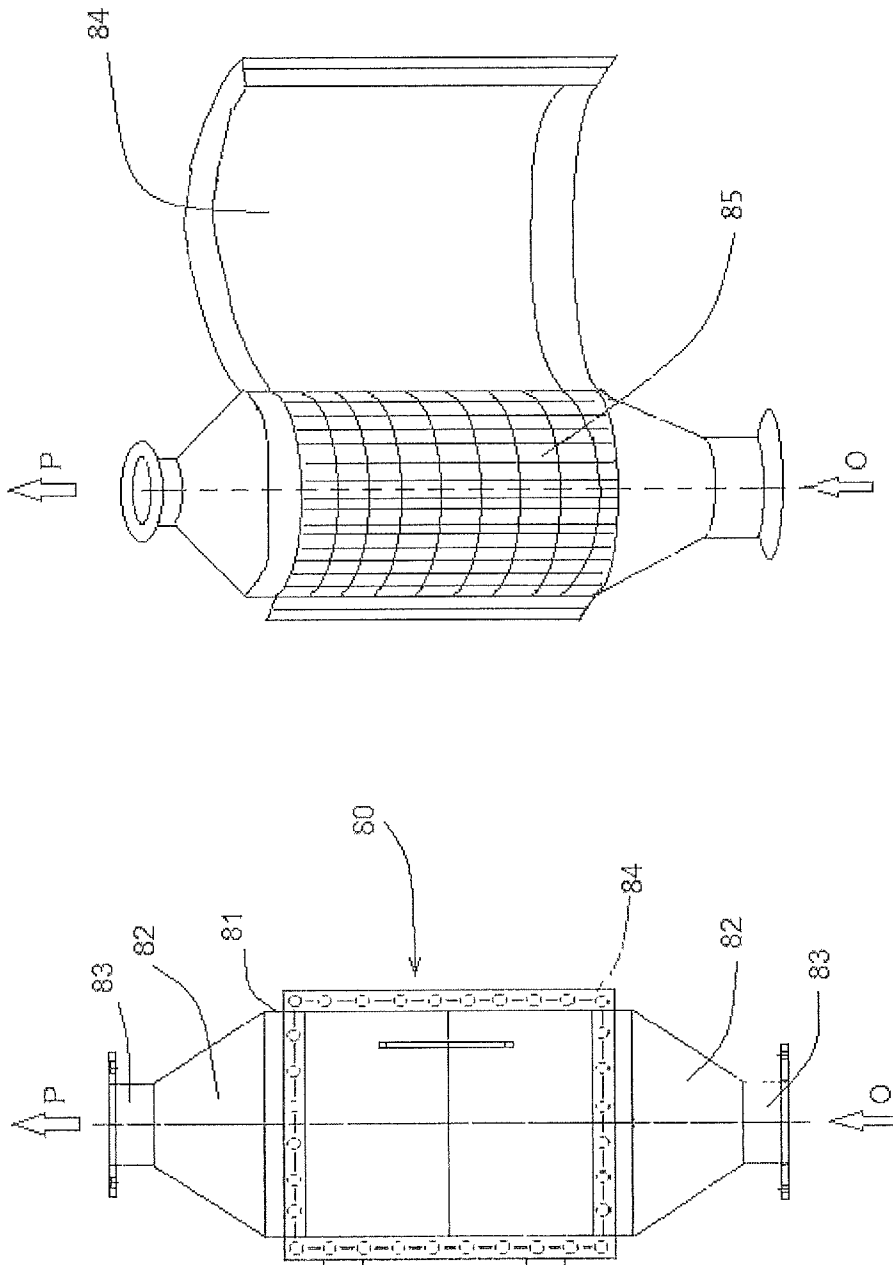


FIG. 9b

FIG. 9a

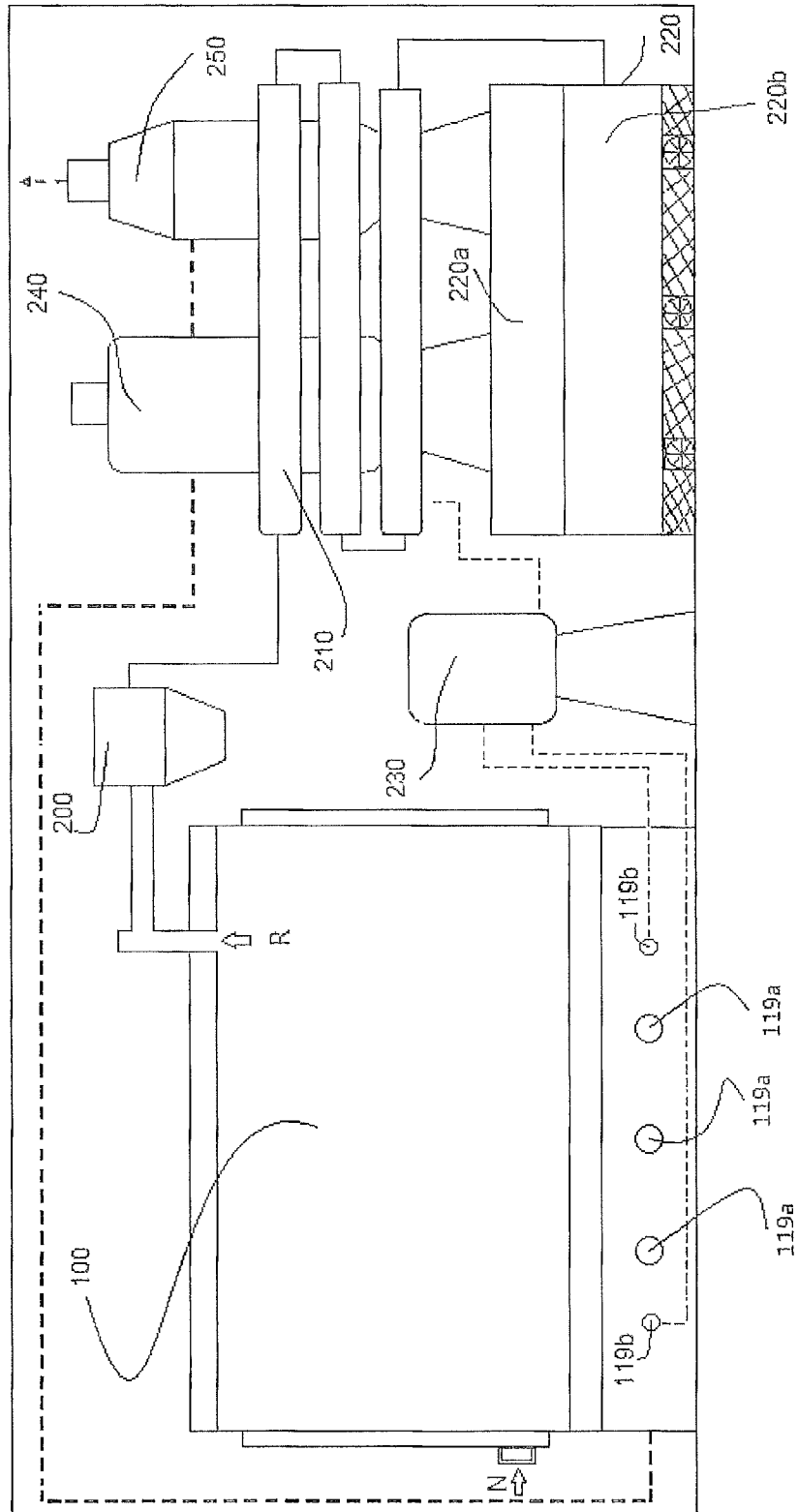


FIG.10

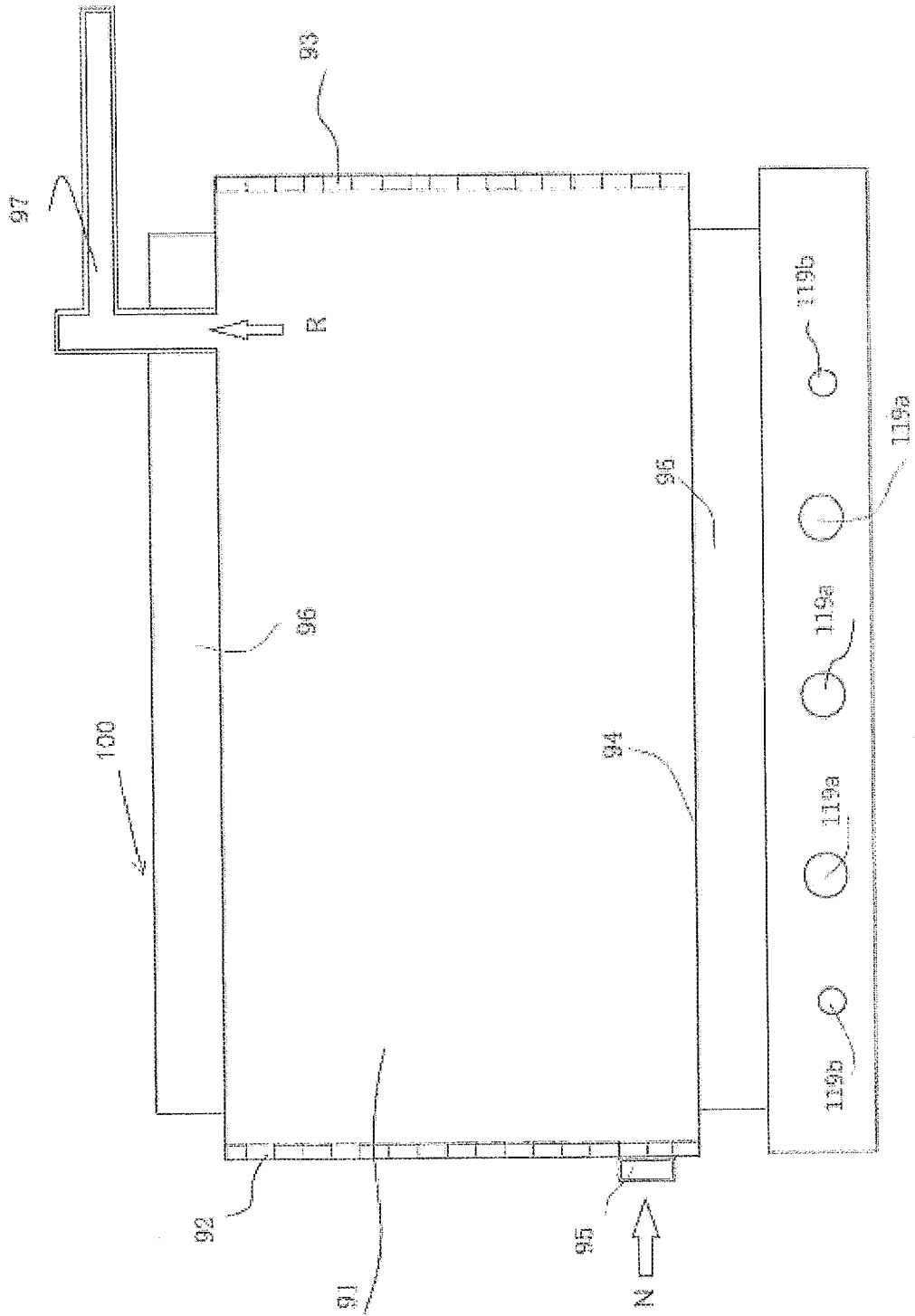


FIG.11