(19) CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 710 004 A2

(51) Int. Cl.: C12P 7/10 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) DEMANDE DE BREVET

(21) Numéro de la demande: 01247/14

(22) Date de dépôt: 19.08.2014

(43) Demande publiée: 29.02.2016

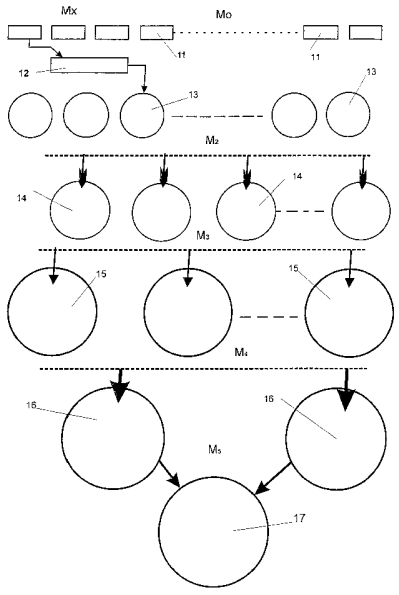
(71) Requérant:
ABI Trading Sàrl, Chemin du Châtelard
1145 Bière (CH)

(72) Inventeur(s):
Patrick Muller, 1092 Belmont-sur-Lausanne (CH)
Jean-Pierre Beunardeau,
1092 Belmont-sur-Lausanne (CH)

(74) Mandataire:
Cabinet Roland Nithardt Conseils en Propriété Industrielle S.A., Y-Parc rue Galilée
1400 Yverdon-les-Bains (CH)

(54) Procédé de préparation de biomasse lignocellulosique pour la production de produits de bio-raffinerie et notamment d'éthanol et installation pour la mise en œuvre de ce procédé.

(57) L'installation comporte des moyens de prétraitement desdits produits organiques pour réaliser ladite biomasse lignocellulosique, un équipement pour effectuer toutes les phases du procédé sur des lots prédéterminés, dans des unités adaptées auxdits lots. Les moyens de prétraitement desdits produits organiques pour réaliser ladite biomasse lignocellulosique comportent au moins une cuve de mélange et de cuisson (13) pour la préparation d'un mélange de produits organiques, notamment de particules de bois avec un volume d'eau compris entre 75 et 90% de la masse du mélange, et la cuisson sous pression dudit mélange. Elle comporte au moins un vase d'expansion (14) pour évacuer la vapeur d'eau et récupérer une masse pâteuse, au moins une cuve (15) de pré-hydrolyse ou de traitement complémentaire pour un traitement en vue de liquéfier ladite mélasse en coupant les chaînes moléculaires pour constituer une biomasse riche en sucres C_5 et C_6, ces différentes unités étant disposées en amont d'au moins une cuve de fermentation (16) suivie d'au moins une colonne de distillation (17), notamment pour distiller de l'éthanol.



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un procédé de préparation de biomasse lignocelluiosique à base de divers produits organiques, notamment de bois ou similaire, pour la production de produits de bio-raffinerie et notamment d'éthanol, dans lequel on effectue successivement au moins une phase de prétraitement desdits produits organiques pour réaliser ladite biomasse, au moins une phase complémentaire de préparation à la fermentation de ladite biomasse, une phase de fermentation et une phase finale de distillation pour séparer les produits de bio-raffinerie et notamment d'éthanol des autres substances issues du traitement desdits produits organiques, notamment de bois ou similaire.

[0002] Elle concerne également une installation pour la mise en œuvre du procédé de préparation et de transformation de biomasse à base de divers produits organiques, notamment de particules de bois, pour la production d'éthanol, comportant des moyens de prétraitement desdits produits organiques pour réaliser ladite biomasse, au moins un équipement pour effectuer une phase complémentaire de préparation à la fermentation de ladite biomasse, un équipement pour effectuer une phase de fermentation et enfin une tour de distillation pour séparer les produits de bio-raffinerie et notamment d'éthanol des autres substances issues du traitement desdits produits organiques, notamment de bois ou similaire.

Technique antérieure

[0003] L'article intitulé «Les biocarburants» de D. BALLERINI de l'I.F.P. sur les «Énergies Nouvelles» décrit divers procédés destinés à produire de l'éthanol à partir d'une biomasse lignocellulosique. Les principales phases de ces procédés consistent successivement à effectuer un prétraitement de matières végétales, notamment de bois, contenant généralement de la cellulose, de Phémicellulose et de la lignine en vue de former une biomasse, l'hydrolyse de la biomasse, la fermentation éthanolique et la distillation pour recueillir de l'éthanol.

[0004] L'article «Techno-Economie Analysis of Biochermical Scénarios for Production of Cellulosic Ethanol» de F. Kabir KAZI, J. FORTMAN and R. AN EX of the State University, publié par le «NREL: National Renewable Energy Laboratory», décrit diverses variantes de procédés et d'installations permettant de produire des biocombustibles et notamment de l'éthanol à partir de matières premières cellulosiques.

[0005] La demande de brevet américaine N°2012 0111 321, cédée à la société: ABENGOA BIOENERGY NEW TECHNOLOGIES, INC décrit un procédé et un appareil de traitement d'une matière première cellulosique, en vue de produire, notamment de l'éthanol.

[0006] Les procédés et les installations de mise en œuvre de ces procédés connus préconisent un fonctionnement en continu, notamment pendant certaines phases opératoires. Un tel fonctionnement en continu rend difficile la maîtrise des paramètres de fonctionnement, notamment la température, la pression et le PH dont le contrôle est fondamental pour éviter la formation d'inhibiteurs de fermentation, notamment, qui peuvent mettre en péril une des phases opératoires essentielles, à savoir la fermentation enzématique, déterminante pour assurer le meilleur rendement de la production d'éthanol.

[0007] D'autres aspects caractéristiques des techniques connues, tels que la quantité d'eau additionnée à la matière première cellulosique sèche, la faculté de réaliser une biomasse homogène, la capacité d'élever rapidement la température de la biomasse, la possibilité de réguler efficacement la pression des substances traitées, créent des problèmes au cours des phases du procédé et aboutissant à un rendement final aléatoire. En effet, le problème fondamental de ces techniques est lié au fait que la matière première n'a pas des qualités stables et constantes, de sorte que la préparation de la biomasse nécessite des ajustements constants en fonction de la nature de la matière traitée, de sa provenance, de sa qualité. Ces ajustements ne peuvent pas être réalisés sur des matières qui défilent en continu et dont la préparation est standardisée en fonction de paramètres supposés constants. La matière première dont au moins une partie des caractéristiques est aléatoire, ne peut pas être traitée selon un procédé standardisé dont tous les paramètres sont figés, si l'on veut obtenir un résultat optimal quelle que soit ladite matière première utilisée. En outre la traçabilité ne peut pas être assurée si le procédé travaille en continu et qu'il est impossible de suivre la matière première à traiter pendant toutes les phases du traitement.

Exposé de l'invention

[0008] La présente invention se propose principalement d'optimiser les phases du procédé de manière à réaliser une fabrication de produits de bio-raffinage, en particulier d'éthanol avec un rendement optimal garanti, et de réaliser toutes les phases du procédé de façon reproductible dans le cadre d'une installation fiable, quelles que soient les caractéristiques des lots de matières premières entrantes. En outre elle se propose d'adapter les phases du procédé en tenant compte des caractéristiques variables des matières premières, de manière à garantir dans tous les cas, une production optimale et une qualité constante.

[0009] Dans ce but, le procédé selon l'invention est caractérisé en ce que l'on effectue toutes les phases du procédé sur des lots prédéterminés, dans des unités de traitement adaptées auxdits lots, en ce que l'on règle les paramètres critiques correspondant à chacune des phases du procédé pour chacun desdits lots prédéterminés par des équipements combinés auxdites unités, et en ce que ladite phase de prétraitement se compose d'une première étape de préparation d'un mélange de produits organiques, notamment de particules de bois avec un volume d'eau compris entre 75 et 90% de la masse

du mélange, d'une deuxième étape de cuisson sous pression dudit mélange, à une température comprise entre 150 et 200 °C, à une pression de traitement comprise entre 500 et 2000 kPa, et avec un PH compris entre 3,5 et 5, pendant une durée comprise entre 10 et 120 mn, d'une troisième étape de détente dudit mélange pour évacuer la vapeur d'eau et récupérer une masse formant une sorte de mélasse et d'au moins une quatrième étape complémentaire en vue de préparer la fermentation de ladite biomasse antérieure à la distillation.

[0010] Selon une première forme de réalisation, ladite quatrième étape complémentaire en vue de préparer la fermentation de ladite biomasse est une étape de pré-hydrolyse en présence d'enzymes, cette étape ayant une durée de 6 à 12 heures en vue de liquéfier ladite mélasse en coupant les chaînes moléculaires pour constituer une biomasse riche en sucres C_5 et C_6.

[0011] Selon une deuxième forme de réalisation, ladite quatrième étape complémentaire en vue de préparer la fermentation de ladite biomasse est une étape de concentration des sucres C_5 et C_6, en présence de bactéries et/ou de champignons.
Selon un mode de réalisation préférentiel, l'on détermine le nombre de lots n_1; n_2; n_3; n_4; en définissant initialement le nombre n_4 d'unités de préhydrolyse correspondant aux n_4 lots à traiter soit suffisante pour traiter la mélasse issue des n_3 unités de détente, puis en définissant le nombre n_3 d'unités de détente de telle manière que la capacité totale desdites n_3 unités de détente correspondant aux n_3 lots à traiter soit suffisante pour traiter les n_2 lots issus des unités de cuisson, puis en définissant le nombre n_2 des unités de cuisson de telle manière que la capacité totale desdites n_2 unités de cuisson soit suffisante pour traiter lesdits n_1 lots de mélange issus des unités de mélange.

[0012] Ladite première étape de préparation d'un mélange de produits organiques et ladite deuxième étape de cuisson dudit mélange, de ladite phase de prétraitement s'effectuent de préférence en introduisant simultanément ladite masse de produits organiques, notamment de particules de bois et l'eau dans une cuve de cuisson sous pression avec des moyens de brassage dans laquelle on injecte un volume approprié de vapeur d'eau pour assurer l'élévation requise de la température du mélange et ladite pression de traitement.

[0013] Ladite phase de détente dudit mélange pour évacuer la vapeur d'eau et pour récupérer ladite mélasse, s'effectue avantageusement dans une cuve de détente permettant de relâcher la pression de la vapeur d'eau.

[0014] Ladite quatrième étape de pré-hydrolyse en présence d'enzymes s'effectue de façon particulièrement avantageuse dans une cuve spécifique de traitement dans laquelle on introduit ladite mélasse issue de la phase de détente et lesdites enzymes en vue de fabriquer ladite biomasse riche en sucres C_5 et C_6.

[0015] Antérieurement à ladite première phase de préparation d'un mélange de produits organiques, on effectue de préférence un broyage des produits organiques, notamment de particules de bois et un dosage à la fois de la matière sèche et de l'eau additionnelle, ladite eau additionnelle étant injectée simultanément à ladite matière sèche dans ladite cuve de cuisson sous pression, tout en mélangeant la masse à traiter.

[0016] Avantageusement, ladite pré-hydrolyse de ladite biomasse lignocellulosique peut s'effectuer en présence d'enzymes, de bactéries ou de champignons.

[0017] Dans ce but également le dispositif selon l'invention est caractérisé en ce qu'elle comporte des unités appropriées pour effectuer toutes les phases du procédé sur des lots prédéterminés, dans des unités adaptées auxdits lots, des moyens spécifiques de commande pour régler les paramètres critiques correspondant à chacune des phases du procédé par des équipements combinés auxdits récipients, des moyens pour répartir lesdits lots en séries successives disposées en cascade, chacun desdits lots prédéterminés étant disposé dans une desdites unités adaptées, et en ce que lesdits moyens de prétraitement desdits produits organiques pour réaliser ladite biomasse lignocellulosique comportent au moins une cuve de mélange et de cuisson pour la préparation d'un mélange de produits organiques, notamment de particules de bois avec un volume d'eau compris entre 75 et 90% de la masse du mélange, au moins de cuisson sous pression dudit mélange, à une température comprise entre 150 et 200 °C, à une pression de traitement comprise entre 500 et 2000 kPa, et avec un PH compris entre 3,5 et 5, pendant une durée comprise entre 10 et 120 mn, au moins un vase d'expansion dudit mélange pour évacuer la vapeur d'eau et récupérer une masse pâteuse formant une sorte de mélasse, au moins une cuve de traitement complémentaire pour constituer une biomasse riche en sucres C_5 et C_6, ces différentes unités étant disposées en amont d'au moins une cuve de fermentation suivie d'au moins une colonne de distillation.

[0018] Ladite cuve de traitement complémentaire peut être une cuve de préhydrolyse en présence d'enzymes pour un traitement pendant une période de 6 à 12 heures en vue de liquéfier ladite mélasse en coupant les chaînes moléculaires.

[0019] Toutefois, ladite cuve de traitement complémentaire peut être une cuve de traitement en présence de bactéries et/ou de champignons d'enzymes pour un traitement destiné à liquéfier ladite mélasse en coupant les chaînes moléculaires.

[0020] Selon un mode de réalisation préféré, l'installation comporte une première série de n_1 unités de mélange agencées pour préparer n_1 lots de matière mélangée; n_2 unités de cuisson agencées pour assurer la cuisson sous pression de vapeur et le malaxage de la matière mélangée issue des n_1 unités de mélange; n_3 unités de détente pour détendre en éliminant la vapeur des produits de mélange issus des n_2 unités de cuisson et pour produire une sorte de mélasse débarrassée de vapeur; et n_4 unités de préhydrolyse sous l'effet d'enzymes pour produire la biomasse lignocellulosique destinée à être fermentée puis soumise à une distillation.

[0021] Ladite cuve de cuisson sous pression comporte avantageusement des moyens de brassage pour faire circuler le mélange qu'elle contient selon des courants ascendants latéraux et selon des courants descendants centraux axiaux et des moyens pour injecter un volume approprié de vapeur d'eau pour assurer l'élévation requise de la température du mélange et ladite pression de traitement à l'intérieur de la cuve.

[0022] Lesdits moyens de brassage comportent avantageusement au moins une palette rotative disposée horizontalement au fond de la cuve et entraînée sur un axe disposé verticalement à l'intérieur de ladite cuve.
D'une manière particulièrement avantageuse, l'installation comporte au moins un broyeur à attrition monté sur une embase qui porte des moyens d'entraînement et qui contient des éléments de transmission, ladite embase, lesdits moyens d'entraînement et lesdits éléments de transmission constituant une unité mécanique prédéterminée adaptable à toutes les pièces de l'installation comportant des éléments mobiles.

Description sommaire des dessins

[0023] La présente invention et ses avantages apparaîtront mieux dans la description suivante de modes de réalisation donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

- la fig. 1 représente une vue schématique de face de l'installation de préparation d'une biomasse lignocellulosique pour la production de produits de bio-raffinerie en particulier d'éthanol,
- la fig. 2 représente l'installation de préparation et de transformation d'une biomasse pour la production de produits de bio-raffinerie, en particulier d'éthanol de la fig. 1, vue de côté, illustrant un mode de fonctionnement en cascade,
- la fig. 3 est une vue schématique d'un broyeur à attrition utilisé dans le cadre de la préparation de la matière première en vue de mettre en œuvre le procédé de l'invention, et
- la fig. 4 est une vue en coupe verticale d'un réservoir de brassage du mélange de produits organiques, utilisé en vue de la phase de préparation de la biomasse lignocellulosique,

Illustrations de l'invention et différentes manières de la réaliser

[0024] En référence aux figures, le procédé selon l'invention est mis en œuvre par l'installation selon l'invention destinée à la préparation d'une biomasse lignocellulosique à base de divers produits organiques, notamment de bois dur ou de divers autres produits organiques tels que par exemple la noix de coco, en vue de la production de divers produits de bio-raffinage, notamment d'éthanol et de produits associés fabriqués au cours du procédé.

[0025] L'invention porte essentiellement sur le prétraitement des produits organiques destinés à réaliser ladite biomasse dans des conditions optimales aussi bien techniquement qu'économiquement, en vue d'obtenir un produit de bio-raffinage de qualité, avec un rendement optimal et de mettre en œuvre ce procédé en respectant des règles strictes de traçabilité des matériaux entrants dans le circuit du procédé pour permettre de qualifier les produits sortants, issus du procédé.

[0026] Dans cette perspective, notamment, mais également pour assurer le meilleur traitement de la matière au cours des différentes étapes successives du procédé, il s'est avéré indispensable de concevoir un procédé de traitement par «lots» ou «batches», plutôt qu'un traitement en continu et d'effectuer les diverses étapes du traitement en cascade, sachant que chacune des étapes doit se dérouler à la suite d'une étape antérieure qui génère un ou plusieurs produits intermédiaires. Ces produits intermédiaires devront, le cas échéant être séparés ou devront subir une ou plusieurs phases de traitement ou de transformation ultérieures, avant la phase terminale qui permet d'isoler le produit final et éventuellement les produits dérivés et/ou les sous-produits.

[0027] Étant donné que le volume de la matière première à traiter au cours du procédé évolue dans le sens d'une réduction progressive, du fait que certains produits additifs, indispensables au début du procédé doivent être éliminés par la suite, l'installation pour la mise en œuvre du procédé a été conçue sur une base modulaire permettant d'intégrer la notion de variation de volume dans le procédé, pour aboutir à une construction standardisée au maximum de manière à éviter les démarches coûteuses du «sur-mesure» remplacée par la multiplication éventuelle de modules de base. D'où une construction de l'installation en cascade avec des modules de base standardisés pour chacune des étapes du traitement, objet du procédé.

[0028] La fig. 1 est une vue schématique générale qui illustre une forme de réalisation de l'installation 10 comportant toutes les étapes de préparation des matières premières et de leur traitement en vue d'aboutir à une biomasse lignocellulosique destinée à fournir des produits de bio-raffinage et en particulier de l'éthanol. Comme mentionné précédemment le travail par lots implique un approvisionnement fini de matières premières qui sera appelé la masse initiale. A titre d'exemple, cette masse initiale M_0 peut être constituée de la charge transportée par un certain nombre de véhicules de transport 11, par exemple chargés de bois dur broyé en particules pré-dimensionnées ou de bois en vrac non broyé. Dans ce dernier cas, le bois en vrac doit être broyé au cours d'une étape préliminaire avant le démarrage de toute phase de traitement. Chaque véhicule transporteur porte une fraction M_x de la masse initiale M_0, de telle manière que la somme des fractions

M_x, amenées par les véhicules 11 représente la masse initiale M_0. Les fractions M_x peuvent être différentes les unes des autres et elles sont identifiées avec précision en ce qui concerne leur origine, leur composition, leur caractéristique, notamment l'humidité résiduelle.

[0029] Après un éventuel broyage relativement fin, par exemple au moyen d'un broyeur du type broyeur à attrition, les fractions M_x sont ensuite distribuées par au moins un dispositif de chargement 12 dans des cuves fermées appelées des cuiseurs 13 qui seront décrites plus en détail par la suite. Le dispositif de chargement 12 est destiné à remplir les cuiseurs avec des lots de bois broyé mélangés avec un volume prédéterminé d'eau. Étant donné qu'il est difficile de mélanger des particules de bois sec avec un volume d'eau important, qui, en l'occurrence correspond sensiblement à 75–90% de la masse totale M_1 du mélange, le procédé prévoit d'assurer l'amenée des particules de bois par une vis sans fin et d'effectuer le mélange bois-eau dans un récipient en forme de trémie, dans laquelle on injecte l'eau de préférence latéralement par un ou plusieurs jets approximativement tangentiels pour générer un effet tourbillonnaire destiné à brasser le mélange qui s'écoule par la base de la trémie directement dans les cuiseurs 13. Les cuiseurs 13 sont tous remplis de la même manière avec des volumes de mélange sensiblement identiques. Le nombre de cuiseurs 13 est choisi pour que l'ensemble du mélange bois-eau préparé à partir de la masse initiale M_0 puisse être contenue dans lesdits cuiseurs 13. Du fait que la température du mélange doit être portée à une valeur sensiblement comprise entre 160 et 200 °C, on accélère le processus de chauffe en injectant de la vapeur surchauffée de telle manière que la pression dans les cuiseurs monte à une valeur comprise entre 500 et 2000 kPa pendant le traitement dont la durée est comprise entre 10 et 120 mn. Pour des raisons de qualité et d'efficacité du procédé il est essentiel de veiller au PH du mélange dans les cuiseurs. La valeur du PH doit être comprise entre 3,5 et 5 pour éviter le développement d'inhibiteurs de fermentation. La durée du séjour du mélange dans le cuiseur 13 se situe entre 20 et 120 minutes, selon la composition de la masse initiale M_0.

[0030] L'étage inférieur suivant de l'installation en cascade 10 comprend une série de détendeurs 14 ou vases d'expansion qui reçoivent la masse M_2 résiduelle du mélange M_1 après son traitement dans les cuiseurs 13. Les détendeurs 14 permettent d'évacuer la vapeur d'eau représentant environ 30% de la masse M_2 résiduelle du mélange. A la sortie des détenteurs 14 on récupère une masse M_3 pâteuse ayant la consistance de la mélasse ou de la boue qui est transférée dans des cuves de traitement complémentaire, par exemple de pré-hydrolyse 15. Cette étape peut s'effectuer en présence d'enzymes pendant une durée de l'ordre de 6 à 12 heures en vue de liquéfier ladite masse M_3 pâteuse et obtenir une sorte de «liqueur» résiduelle M_4. Hormis la pré-hydrolyse, d'autres solutions sont possibles, notamment un traitement bactérien et/ou un traitement par des champignons qui peuvent être combinés à l'étape suivante de fermentation, en réduisant ainsi la durée totale du traitement.

[0031] Lorsque l'on maintient la pré-hydrolyse, l'étape suivante constitue à transvaser la liqueur de masse M_4 dans des cuves de fermentation 16 pour constituer ladite biomasse lignocellulosique riche en sucres C_5 et C_6. Les résidus de cette fermentation enzymatique constituent ladite biomasse M_4. A ce stade le prétraitement de la matière initiale de masse M_0 est terminé et la biomasse M_4 est prête pour la phase ultime de distillation dans une tour de distillation 16 qui permet par exemple de produire du bioéthanol ou d'autres produits de bio-raffinage ainsi que divers sous-produits tels que des granulés de bois torréfiés, par exemple, composés essentiellement de la lignine contenue dans la masse initiale M_0.

[0032] Lorsque la phase de fermentation en présence d'enzymes est remplacée par un traitement en présence de bactéries ou en présence de certains champignons, le procédé est plus rapide et plus efficace que la fermentation en présence d'enzymes pour réaliser la biomasse M_4 destinée à être distillée.

[0033] La fig. 2 illustre le mode de fonctionnement en cascade de l'installation 10 et quelques détails spécifiques, comme le dispositif de chargement qui se compose principalement d'une trémie 12a et de moyens d'amenée 12b des particules de bois ou d'autres matières organiques. Pour éviter un engorgement initial de particules sèches qu'il serait ensuite difficile de mélanger avec le volume d'eau requis, on prévoit des entrées d'eau, de préférence sous la forme d'injecteurs latéraux, éventuellement tangentiels 12c, qui ont la particularité de créer un flux tourbillonnant qui facilite le mouillage du bois, sachant que le volume d'eau à ajouter aux particules sèches est de l'ordre de 60 à 90% de la masse totale à traiter.

[0034] Les cuiseurs 13 sont équipés d'un injecteur de vapeur 13a en vue d'apporter de la chaleur et de la pression dans la cuve de cuisson ou cuiseur 13. Le cuiseur est représenté plus en détail par la fig. 4.

[0035] La fig. 3 illustre un broyeur à attrition 12a, tel qu'il est utilisé dans le dispositif de chargement 12. Ce type de broyeur, connu en soi, comporte habituellement une série de plateaux 12b équipés, à leur extrémité de plots ou couteaux de broyage 12c, dont la fonction est de projeter les particules de bois ou d'autres matières organiques contre une grille 12d cylindrique montée à l'intérieur d'un caisson périphérique 12e, pour fractionner ces particules, les trier par taille à travers les perforations des grilles et pour les calibrer. Un dispositif de calibrage (non représenté) est habituellement associé au broyeur pour évacuer par soufflage les particules et séparer celles qui n'ont pas les dimensions fixées en vue de leur recyclage. Le broyeur est monté sur une embase 12l contenant les éléments de transmission aux pièces tournantes et qui portent un moteur d'entraînement 12m dont l'arbre de sortie est couplé auxdits éléments de transmission. L'embase 12l, le moteur d'entraînement 12m et les éléments de transmission sont adaptés au broyeur et constituent des composants standards pouvant être utilisés pour tous les appareils de l'installation qui comportent une cuve, un moteur d'entraînement pour entraîner des pièces tournantes et des éléments de transmission.

[0036] La fig. 4 représente le cuiseur 13 qui comporte un dispositif de brassage-malaxage constitué d'une palette 13a ou similaire, rotative sur un axe vertical central, ayant pour effet de remuer la masse fluidifiée de matière à traiter de manière à

la faire remonter latéralement le long des parois et de la faire redescendre au centre. Le brassage étant assuré, on obtient une masse parfaitement homogène. La matière est déversée au haut du cuiseur par une entrée E et est reprise après traitement par une sortie S. Comme mentionné ci-dessus, on associe aux cuiseurs 13 de l'installation comportant une palette rotative 13a, une embase 131 et un moteur d'entraînement 13m, destiné à entraîner des éléments de transmission pour assurer l'entraînement en rotation de la palette 13a, ces composants étant standardisés en vue de simplifier la maintenance et de minimiser leur coût.

[0037] L'installation décrite n'est pas limitée à cette forme de réalisation, mais pourrait être modifiée sans sortir du contexte de la présente invention.

Revendications

1. Procédé de préparation de biomasse lignocellulosique à base de divers produits organiques, notamment de bois ou similaire, pour la production de produits de bio-raffinerie et notamment d'éthanol, dans lequel on effectue successivement au moins une phase de prétraitement desdits produits organiques pour réaliser ladite biomasse, au moins une phase complémentaire de préparation à la fermentation de ladite biomasse, une phase de fermentation et une phase finale de distillation pour séparer les produits de bio-raffinerie et notamment d'éthanol des autres substances issues du traitement desdits produits organiques, notamment de bois ou similaire, caractérisé en ce que l'on effectue toutes les phases du procédé sur des lots prédéterminés, dans des unités de traitement adaptées auxdits lots, en ce que l'on règle les paramètres critiques correspondant à chacune des phases du procédé pour chacun desdits lots prédéterminés par des équipements combinés auxdites unités, et en ce que ladite phase de prétraitement se compose d'une première étape de préparation d'un mélange de produits organiques, notamment de particules de bois avec un volume d'eau compris entre 75 et 90% de la masse du mélange, d'une deuxième étape de cuisson sous pression dudit mélange, à une température comprise entre 150 et 200 °C, à une pression de traitement comprise entre 500 et 2000 kPa, et avec un PH compris entre 3,5 et 5, pendant une durée comprise entre 10 et 120 mn, d'une troisième étape de détente dudit mélange pour évacuer la vapeur d'eau et récupérer une masse formant une sorte de mélasse et d'au moins une quatrième étape complémentaire en vue de préparer la fermentation de ladite biomasse antérieure à la distillation.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite quatrième étape complémentaire en vue de préparer la fermentation de ladite biomasse est une étape de pré-hydrolyse en présence d'enzymes, cette étape ayant une durée de 6 à 12 heures en vue de liquéfier ladite mélasse en coupant les chaînes moléculaires pour constituer une biomasse riche en sucres C_5 et C_6.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, ladite quatrième étape complémentaire en vue de préparer la fermentation de ladite biomasse est une étape de concentration des sucres C_5 et C_6, en présence de bactéries et/ou de champignons.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on détermine le nombre de lots n_1; n_2; n_3; n_4; en définissant initialement le nombre n_4 d'unités de traitement antérieure à la fermentation correspondant aux n_4 lots à traiter de telle manière que ce nombre soit suffisant pour traiter la mélasse issue des n_3 unités de détente, puis en définissant le nombre n_3 d'unités de détente de telle manière que la capacité totale desdites n_3 unités de détente correspondant aux n_3 lots à traiter soit suffisante pour traiter les n_2 lots issus des unités de cuisson, puis en définissant le nombre n_2 des unités de cuisson de telle manière que la capacité totale desdites n_2 unités de cuisson soit suffisante pour traiter lesdits n_1 lots de mélange issus des unités de mélange.
5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite première étape de préparation d'un mélange de produits organiques et ladite deuxième étape de cuisson dudit mélange, de ladite phase de prétraitement s'effectuent en introduisant simultanément ladite masse de produits organiques, notamment de particules de bois et l'eau dans une cuve de cuisson sous pression avec des moyens de brassage dans laquelle on injecte un volume approprié de vapeur d'eau pour assurer l'élévation requise de la température du mélange et ladite pression de traitement.
6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite phase de détente dudit mélange pour évacuer la vapeur d'eau et pour récupérer ladite mélasse, s'effectue dans une cuve de détente permettant de relâcher la pression de la vapeur d'eau.
7. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite quatrième étape de pré-hydrolyse en présence d'enzymes s'effectue dans une cuve spécifique de traitement dans laquelle on introduit ladite mélasse issue de la phase de détente et lesdites enzymes en vue de fabriquer ladite biomasse riche en sucres C_5 et C_6.
8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, antérieurement à ladite première phase de préparation d'un mélange de produits organiques, on effectue un broyage des produits organiques, notamment de particules de bois et un dosage à la fois de la matière sèche et de l'eau additionnelle, ladite eau additionnelle étant injectée simultanément à ladite matière sèche dans ladite cuve de cuisson sous pression, tout en mélangeant la masse à traiter.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite pré-hydrolyse de ladite biomasse lignocellulosique s'effectue en présence d'enzymes, de bactéries ou de champignons.

10. Installation pour la mise en œuvre du procédé d'une installation pour la mise en œuvre du procédé de préparation et de transformation d'une biomasse à base de divers produits organiques, notamment de particules de bois, en vue de la production d'éthanol, comportant des moyens de prétraitement desdits produits organiques pour réaliser ladite biomasse, au moins un équipement pour effectuer une phase complémentaire de préparation à la fermentation de ladite biomasse, un équipement pour effectuer une phase de fermentation et enfin une tour de distillation pour séparer les produits de bio-raffinerie et notamment d'éthanol des autres substances issues du traitement desdits produits organiques, notamment de bois ou similaire, caractérisée en ce qu'elle comporte des unités appropriées pour effectuer toutes les phases du procédé sur des lots prédéterminés, dans des unités adaptées auxdits lots, des moyens spécifiques de commande pour régler les paramètres critiques correspondant à chacune des phases du procédé par des équipements combinés auxdits récipients, des moyens pour répartir lesdits lots en séries successives disposées en cascade, chacun desdits lots prédéterminés étant disposé dans une desdites unités adaptés, et en ce que lesdits moyens de prétraitement desdits produits organiques pour réaliser ladite biomasse lignocellulosique comportent au moins une cuve de mélange et de cuisson pour la préparation d'un mélange de produits organiques, notamment de particules de bois avec un volume d'eau compris entre 75 et 90% de la masse du mélange, au moins de cuisson sous pression dudit mélange, à une température comprise entre 150 et 200 °C, à une pression de traitement comprise entre 500 et 2000 kPa, et avec un PH compris entre 3,5 et 5, pendant une durée comprise entre 10 et 120 mn, au moins un vase d'expansion dudit mélange pour évacuer la vapeur d'eau et récupérer une masse pâteuse formant une sorte de mélasse, au moins une cuve de traitement complémentaire pour constituer une biomasse riche en sucres C_5 et C_6, ces différentes unités étant disposées en amont d'au moins une cuve de fermentation suivie d'au moins une colonne de distillation.

11. Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que ladite cuve de traitement complémentaire est une cuve de pré-hydrolyse en présence d'enzymes pour un traitement pendant une période de 6 à 12 heures en vue de liquéfier ladite mélasse en coupant les chaînes moléculaires.

12. Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que ladite cuve de traitement complémentaire est une cuve de traitement en présence de bactéries et/ou de champignons d'enzymes pour un traitement destiné à liquéfier ladite mélasse en coupant les chaînes moléculaires.

13. Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que ladite cuve de pré-hydrolyse contient à la fois des enzymes, des bactéries et/ou des champignons.

14. Installation selon la revendication 10 caractérisée en ce qu'elle comporte une première série de n_1 unités de mélange agencées pour préparer n_1 lots de matière mélangée; n_2 unités de cuisson agencées pour assurer la cuisson sous pression de vapeur et le malaxage de la matière mélangée issue des n_1 unités de mélange; n_3 unités de détente pour détendre en éliminant la vapeur des produits de mélange issus des n_2 unités de cuisson et pour produire une sorte de mélasse débarrassée de vapeur; et n_4 unités de préparation complémentaire antérieure à la fermentation de ladite mélasse.

15. Installation selon la revendication 12, caractérisée en ce que lesdites n_4 unités de préparation complémentaire sont des cuves à pré-hydrolyse contenant des enzymes pour produire la biomasse lignocellulosique destinée à être fermentée puis soumise à une distillation.

16. Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que ladite cuve de cuisson sous pression comporte des moyens de brassage pour faire circuler le mélange qu'elle contient selon des courants ascendants latéraux et selon des courants descendants centraux axiaux et des moyens pour injecter un volume approprié de vapeur d'eau pour assurer l'élévation requise de la température du mélange et ladite pression de traitement à l'intérieur de la cuve.

17. Installation selon la revendication 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de brassage comportent au moins une palette rotative disposée horizontalement au fond de la cuve et entraînée sur un axe disposé verticalement à l'intérieur de ladite cuve.

18. Installation selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'elle comporte au moins un broyeur à attrition monté sur une embase qui porte des moyens d'entraînement et qui contient des éléments de transmission, ladite embase, lesdits moyens d'entraînement et lesdits éléments de transmission constituant une unité mécanique prédéterminée adaptable à toutes les pièces de l'installation comportant des éléments mobiles.

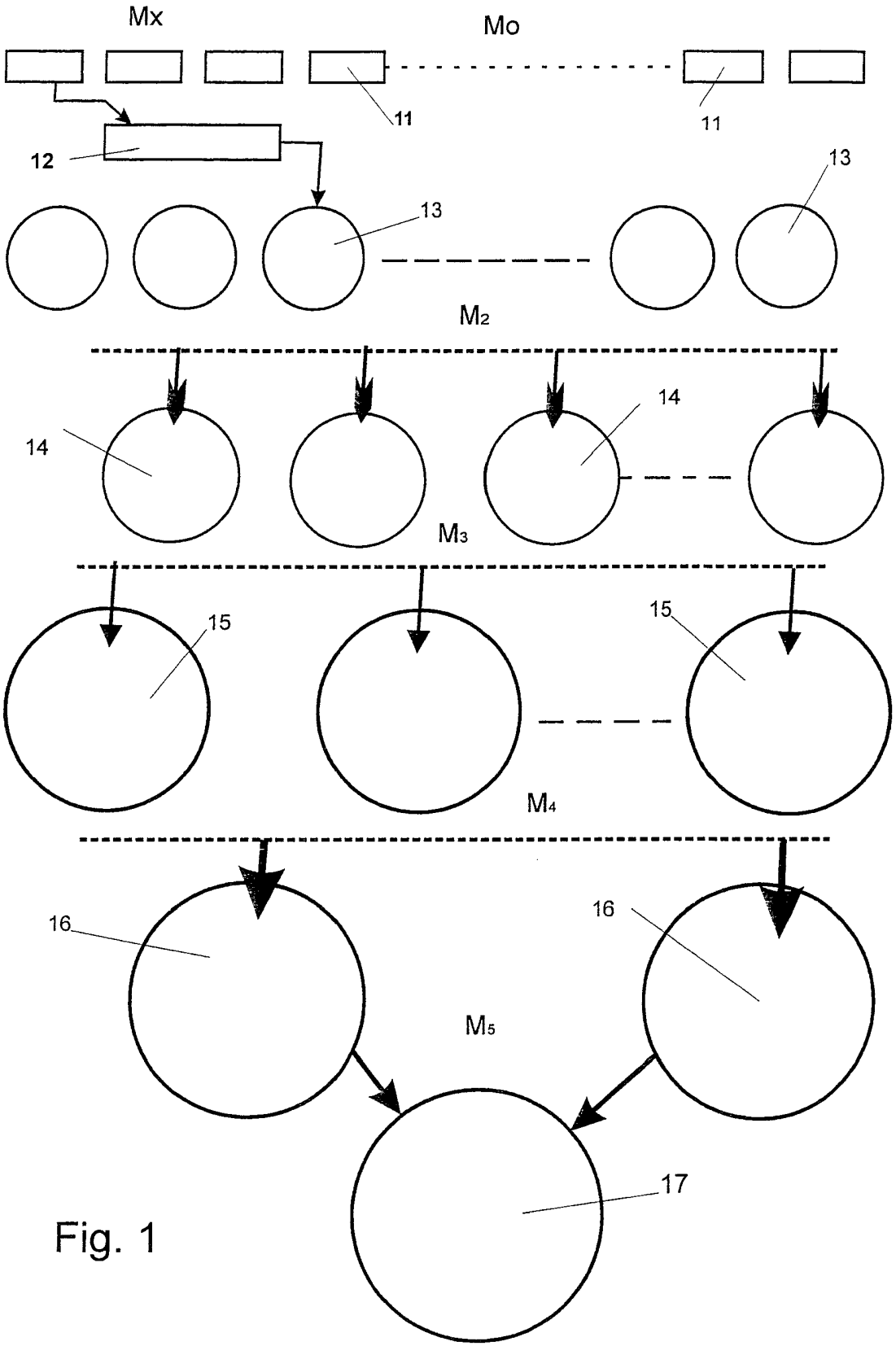


Fig. 1

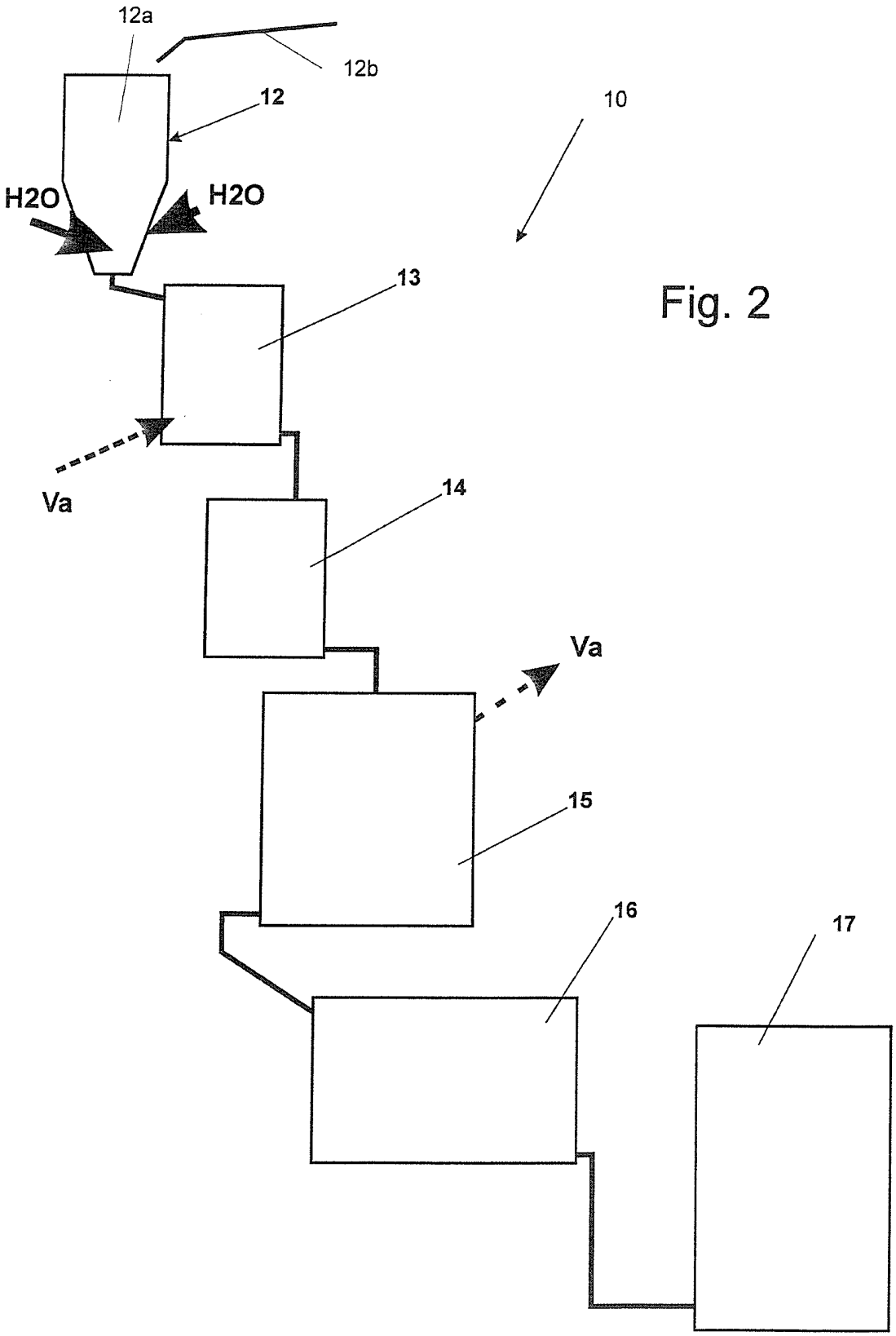


Fig. 2

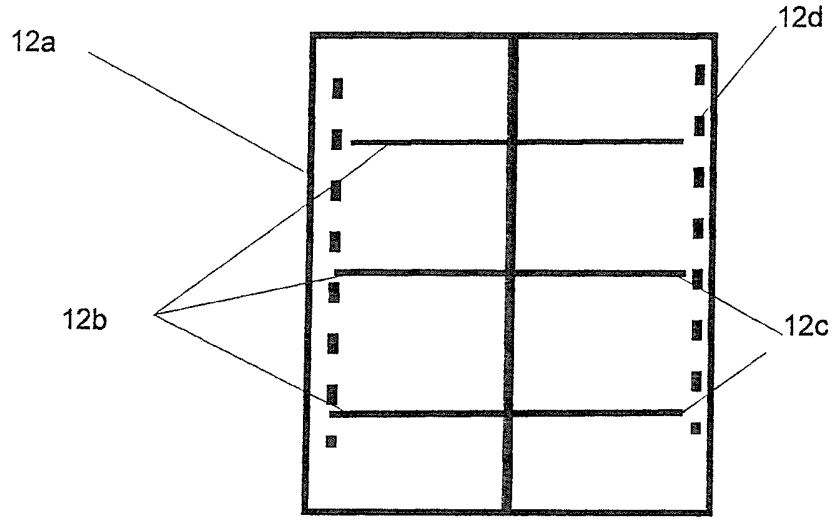


Fig. 3

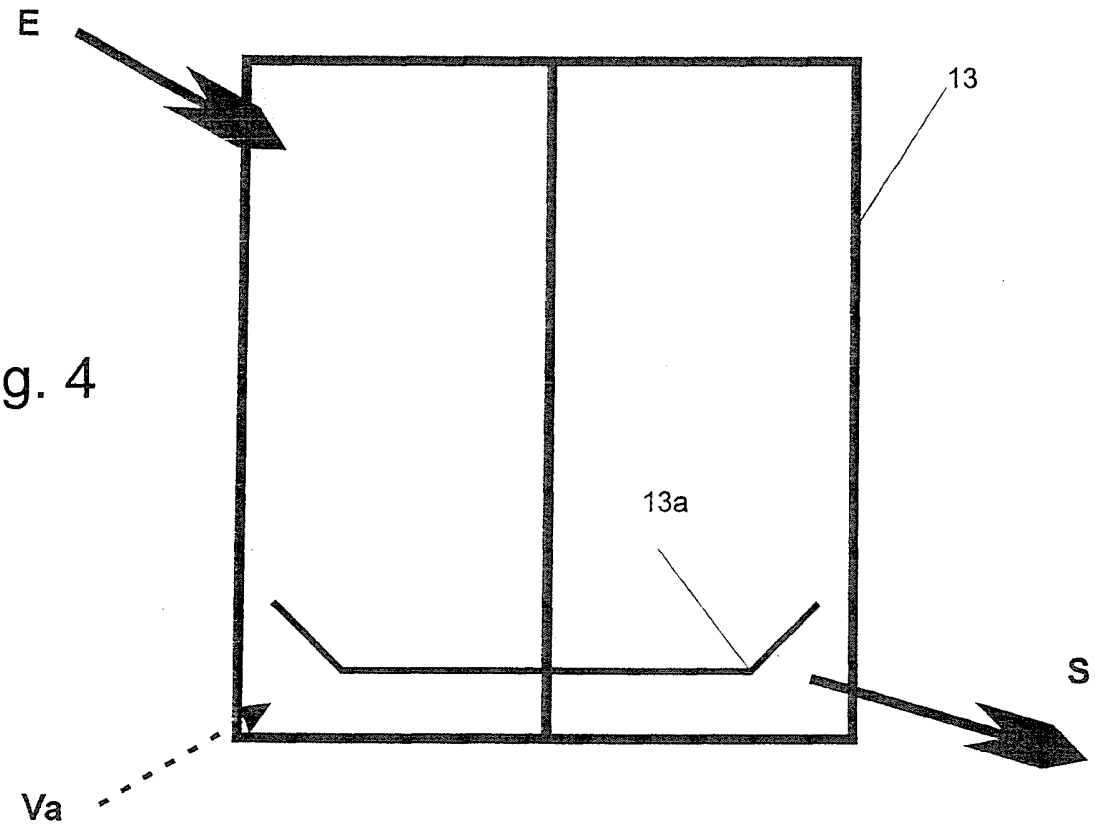


Fig. 4