

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication: **0 606 810 A1**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **93440003.7**

(51) Int. Cl.⁵: **F26B 11/16**

(22) Date de dépôt: **14.01.93**

(43) Date de publication de la demande:
20.07.94 Bulletin 94/29

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(71) Demandeur: **COMESSA S.A.**
101 Rue du Rhin Napoléon
F-67100 Strasbourg(FR)

(72) Inventeur: **Gutwirth, karel**
Stefanikova 343
Lazne Bohdanec(CZ)

(74) Mandataire: **Littolff, Denis**
Meyer & Partenaires,
Conseils en Propriété Industrielle,
Bureaux Europe,
20, place des Halles
F-67000 Strasbourg (FR)

(54) **Dispositif de séchage.**

(57) Dispositif de séchage de matériaux en solution, en suspension, pâteux, morcelés sous diverses formes ou pulvérulents, au moyen du flux d'un fluide dessicatif mis en présence du matériau à sécher, composé d'une enceinte close (1) munie d'un agitateur tournant (6) comportant un arbre creux communiquant avec une pluralité d'éléments agitateurs (8) creux d'allure radiale percés d'orifices (10) permettant l'admission du fluide dessicatif dans ladite enceinte (1) via l'arbre creux et les éléments agitateurs (8), caractérisé en ce que les éléments agitateurs (8) montés sur ledit arbre creux sont sous la forme de tubulures s'étendant jusqu'à la paroi interne (1a) de l'enceinte (1), dont la plupart sont creuses et sont munies à leur extrémité voisine de ladite paroi (1a) d'un orifice (10) dont l'axe est orientable entre deux positions angulaires prédéterminées, dans deux plans perpendiculaires, le premier de ces plans étant perpendiculaire à l'axe de l'agitateur (6), le second étant parallèle à l'axe de l'agitateur (6) et perpendiculaire à l'axe de la tubulure (8). Selon une possibilité, l'arbre se compose d'au moins deux conduits (7) creux d'axes parallèles positionnés symétriquement par rapport à l'axe de l'agitateur tournant (6), sur lesquels sont montés lesdits éléments agitateurs.

EP 0 606 810 A1

La présente invention concerne un dispositif de séchage ou sécheur de matériaux en solution, en suspension, pâteux, morcelés sous diverses formes ou pulvérulents. La dessiccation s'effectue au moyen du flux d'un fluide dessiccatif mis en présence du matériau à sécher dans une enceinte close munie d'un agitateur tournant.

L'arbre de cet agitateur est creux, communiquant avec une pluralité d'éléments agitateurs creux d'allure globalement radiale percés d'orifices permettant l'admission du fluide dessiccatif dans l'enceinte via l'arbre et les éléments agitateurs.

Ces derniers permettent un brassage du matériau à sécher et améliorent par conséquent les conditions de transmission de chaleur et de matière entre ledit matériau et le fluide dessiccatif.

Des dispositifs de séchage correspondant aux caractéristiques que l'on vient d'énoncer sont déjà connus dans l'état de la technique.

En particulier, il existe un brevet français obtenu par une société tchèque VYZKUMNY USTAV ORGANICKYCH SYNTEZ, délivré le 23 mai 1972 sous le n° 2 019 344, qui concerne une installation de ce type.

Ce brevet a trait simultanément à un procédé et à un appareil pour le traitement physique ou chimique de corps en tout état, par introduction à vitesse relativement élevée d'agents fluides, c'est-à-dire liquides ou gazeux, dans une enceinte.

L'appareil effectuant ce traitement comprend ladite enceinte fermée dotée d'orifices d'entrée et de sortie et d'au moins un agitateur. Il se caractérise essentiellement en ce que l'agitateur se compose d'un arbre muni d'un ou plusieurs éléments agitateurs creux percés de trous pour l'admission du corps fluide dans l'enceinte.

Les éléments agitateurs ont plusieurs formes possibles, mais leur géométrie de base est généralement circulaire. Ce sont des disques ou cylindres creux, complets ou tronqués, pouvant présenter diverses sections transversales, communiquant avec l'arbre et dont la position relativement audit arbre peut être centrée, excentrée et/ou présenter un angle qui n'est pas droit.

Les orifices d'admission sont par conséquent radiaux ou positionnés sur une des faces sensiblement planes des disques.

Ce document mentionne également l'utilisation de bras radiaux issus de l'arbre central, mais sans la décrire précisément. Une description plus précise concerne par contre l'emploi de bras radiaux raccordant à l'arbre central des tubulures longitudinales, parallèles à l'axe du dispositif. Dans cette configuration, les orifices d'admission sont également positionnés suivant un mode radial.

Dans le cas des sécheurs à agitateur, les facteurs déterminants dans l'opération de séchage sont :

- la transmission de chaleur,
- le transfert de masse, et
- la surface de contact entre le matériau à sécher et le moyen dessiccatif.

Les valeurs de ces paramètres influent directement sur la rapidité du séchage ainsi que sur l'intensité du mélange qui se réalise entre le matériau à traiter et le fluide dessiccatif.

Le compromis à trouver entre rapidité et efficacité du séchage doit également tenir compte de paramètres économiques. En d'autres termes, il faut arriver à des valeurs élevées pour les facteurs déterminants du séchage, sans consommation excessive du moyen dessiccatif, qui se traduirait par une dépense énergétique élevée.

L'accès du fluide dessiccatif par l'intérieur du dispositif de séchage - parce qu'il permet d'augmenter la vitesse du fluide dessiccatif et d'améliorer la qualité du mélange avec le matériau à traiter - constitue théoriquement une bonne approche technique, car il permet une meilleure transmission de chaleur et augmente la surface de contact entre les deux phases.

Le positionnement des orifices constitue également un point important. Dans l'art antérieur, ces orifices sont fixes ou mobiles, positionnés aussi bien sur l'agitateur tournant que sur l'enveloppe du dispositif, par exemple sur des ailettes intercalées entre les disques agitateurs. Lorsqu'ils sont mobiles, leur mouvement peut être pendulaire ou rotatif.

Le fluide dessiccatif participe à l'élaboration du mélange, tout en effectuant le séchage : il est donc important que les orifices soient placés avec un soin particulier permettant au fluide de réaliser sa double fonction.

La mise au point d'un appareil de séchage performant et économique représente un ensemble de problèmes assez compliqués, du fait de l'interaction entre les paramètres évoqués. Un mauvais compromis entre lesdits paramètres aboutit à un rendement médiocre.

L'objectif de la présente invention est de proposer un ensemble de solutions techniques optimisant l'emploi des facteurs déterminants du séchage, et utilisables pour un large éventail de matériaux. Ces solutions offrent un rendement spécifique élevé, avec des exigences énergétiques relativement faibles.

Le problème de la consommation d'énergie est principalement lié à celui de la consommation en fluide dessiccatif, les autres apports énergétiques nécessaires au fonctionnement du dispositif étant moins importants. La nature du fluide utilisé constitue donc un autre élément du problème global, dans la mesure où ledit fluide doit être à la fois le moins onéreux possible à la production et le plus efficace possible au séchage. L'invention intègre le choix d'un fluide réalisant un bon compromis entre

ces deux exigences.

Les dispositifs de l'invention améliorent en pratique sensiblement les rendements permis par les dispositifs de ce type existant à ce jour.

Selon une première caractéristique essentielle l'arbre se compose d'au moins deux conduits creux d'axes parallèles positionnés symétriquement par rapport à l'axe de l'agitateur tournant, sur lesquels sont placés des éléments agitateurs d'allure globalement radiale sous forme de tubulures s'étendant jusqu'à la paroi de l'enceinte, dont la plupart sont creuses, en communication avec un des conduits creux, et munies à leur extrémité voisine de ladite paroi d'un orifice d'admission du fluide dessiccateur dans l'enceinte. Selon une seconde caractéristique essentielle, lesdits orifices ont un axe orientable dans deux plans perpendiculaires entre deux positions angulaires prédéterminées. Le premier de ces plans est perpendiculaire à l'axe du conduit, alors que le second est parallèle à l'axe du conduit et perpendiculaire à l'axe de la tubulure.

Enfin, selon une troisième caractéristique technique majeure, le débit du fluide dessiccateur transitant par chaque conduit creux et par les tubulures creuses qui y convergent est contrôlé par un cache placé en bout d'arbre, dont la forme est prévue pour obstruer plus ou moins totalement l'ouverture à l'entrée du conduit, en fonction de la position angulaire dudit conduit dans la course rotative de l'arbre, de sorte que le conduit et ses tubulures associées ne sont traversées par du fluide dessiccateur qu'entre deux positions angulaires prédéterminées.

Cette particularité du dispositif joue notamment un rôle dans la modération de la dépense énergétique, puisqu'elle empêche le fluide de s'engouffrer dans tous les conduits de l'arbre à chaque instant. Elle permet aussi d'alimenter préférentiellement la zone de l'enceinte la plus favorable en terme de séchage et de brassage. En effet, aux conduits alimentés correspondent des tubulures localisées dans une certaine zone du sécheur. Il suffit alors de déterminer l'espace le plus adéquat pour le traitement pour en déduire les conduits qu'il faut alimenter en fluide dessiccateur.

Compte-tenu que dans la plupart des cas, le mouvement rotatif de l'agitateur est uniforme, les conduits sont soit ouverts, soit totalement obstrués, soit encore partiellement obstrués. Par conséquent, le débit du fluide suit une courbe d'allure sinusoïdale dont il faut tenir compte dans le positionnement du cache.

Le récipient formant l'enceinte du sécheur peut bien entendu prendre diverses formes, cylindrique, conique, en auge, etc... L'inclinaison de son axe est par contre limitée entre deux positions angulaires situées à -15° et $+15^\circ$ par rapport à l'horizontale.

A l'intérieur de l'enceinte, les orifices d'extrémité des tubulures sont orientables dans deux plans orthogonaux.

Dans chacun de ceux-ci, l'axe desdites tubulures est orientable entre deux positions angulaires prédéterminées. A l'extérieur de ces limites, le rendement du sécheur devient médiocre.

Dans le premier plan, perpendiculaire à l'axe du conduit, l'angle possible est noté γ . Il s'agit de l'angle entre l'axe de l'orifice d'admission et la perpendiculaire à l'axe de l'agitateur située dans ledit premier plan et passant par le point d'intersection entre l'axe de l'orifice et la surface qui lui est perpendiculaire située au niveau du débouché dudit orifice dans l'enceinte, c'est-à-dire la surface qui relie les bords de l'orifice.

Cet angle γ est compris entre 30° et 120° .

L'orientation dans le second plan s'effectue suivant un angle β . Ce second plan est perpendiculaire au précédent, parallèle à l'axe du conduit, et perpendiculaire à l'axe de la tubulure. Cet angle β est mesuré par rapport au vecteur V du mouvement.

β est compris entre 45° et 315° .

Pour favoriser le brassage et augmenter la surface de contact entre le moyen dessiccateur et le produit à sécher, une pluralité de tubulures sont dotées de dispositifs agitateurs additionnels, constitués de deux plaquettes planes minces formant entre elles un angle δ , la direction de la plaquette la plus proche de la paroi de l'enceinte et la tangente à ladite paroi au point d'intersection entre ladite direction et la paroi formant un angle ϵ .

Ces dispositifs agitateurs additionnels sont fixés sur des têtes prismatiques placées aux extrémités des tubulures, à proximité de la paroi de l'enceinte, et comportant les orifices d'admission. Ils sont alors placés à l'opposé desdits orifices, sur la face que l'on peut considérer comme étant la face avant par rapport au sens du mouvement V.

L'angle δ est compris entre 70° et 165° et l'angle ϵ est compris entre 10° et 70° .

Tous les éléments internes du dispositif de séchage obéissent à des critères de forme, de positionnement et/ou d'orientation assez précis. Les différents intervalles angulaires sont ceux dans lesquels on peut adapter les composants modifiables sans sortir de l'exigence de départ d'un bon rendement allié à des dépenses énergétiques modérées. Ils résultent de l'expérience acquise au cours de nombreux essais.

Le cache placé en bout d'arbre peut également présenter plusieurs formes possibles. Selon le cas, le plus simple, il s'agit simplement d'un secteur angulaire plein.

Dans le cadre d'une variante pour laquelle le débit n'est jamais nul dans aucun des conduits, le secteur angulaire plein est évidé d'une portion de

couronne.

Selon une autre variante, le cache prend la forme d'un disque plein, dans lequel est également découpée une portion de couronne, de surface plus importante que précédemment.

Les portions de couronnes peuvent avoir une largeur constante ou variable. Dans tous les cas, le cache n'est jamais animé d'un mouvement rotatif. Le réglage du débit naît simplement du mouvement de l'arbre placé en aval dudit cache dans le cours du fluide dessiccatif. Par contre, il est possible d'animer ce cache d'un mouvement linéaire alternatif d'axe parallèle à l'axe de l'agitateur tournant.

De ce fait, le cache obstrue l'ouverture des conduits également suivant une courbe d'allure sinusoïdale. La combinaison des deux mouvements, celui de l'arbre et celui du cache, permet d'affiner le réglage du débit.

L'arbre de l'agitateur tournant comporte plusieurs conduits disposés symétriquement par rapport à l'axe dudit agitateur. En particulier, il est possible de créer une configuration avec un conduit central additionnel coaxial à l'agitateur.

Ce conduit central est doté d'au moins un orifice débouchant dans l'enceinte. Celui-ci peut être pratiqué directement dans le conduit, ou être placé à l'extrémité d'un élément agitateur tubulaire d'allure radiale, exactement comme pour les autres conduits de l'arbre.

Ledit conduit central peut avoir la même fonction que les autres ou servir de moyen de chauffage additionnel, éventuellement en combinaison avec une chemise additionnelle équipant l'enceinte et également destinée au chauffage.

L'enceinte peut en outre comporter des pièces fixées sur sa paroi interne, positionnées entre les parties tournantes de l'agitateur et destinées aussi à un chauffage additionnel et/ou à l'émottage de matériaux particulièrement compacts.

Ces moyens de chauffage peuvent être reliés. Ainsi, la chemise périphérique et le conduit creux central sont reliables au moyen de raccords creux, de manière à former un circuit chauffant couvrant une surface maximale.

Les nombreuses variantes mentionnées auparavant sont combinables selon un grand nombre de possibilités. Plusieurs combinaisons différentes peuvent même coexister dans un seul dispositif de séchage : selon les besoins, la configuration des lieux d'installation ou le matériau à traiter, un sécheur peut être conçu cylindrique sur un premier tronçon et conique sur un second, avoir des pièces de décompactage sur une partie seulement du volume total et/ou être doté d'un arbre à conduit central muni d'orifices uniquement à un endroit pour orienter le fluide dessiccatif plus précisément.

Les tubulures d'entrée/sortie du matériau à sécher peuvent être positionnées sur les façades latérales ou sur l'enveloppe périphérique de l'enceinte. D'autres conduites d'amenées du fluide dessiccatif peuvent déboucher à divers endroits de l'enceinte, de manière à renforcer éventuellement le débit dudit fluide transitant par les conduits de l'arbre de l'agitateur.

Le fluide dessiccatif peut emprunter les mêmes conduits que le matériau en sortie du dispositif. La configuration exacte de l'enceinte de séchage détermine, avec la nature du matériau à traiter, les angles utilisés pour les axes des orifices d'admission des éléments agitateurs. Selon la localisation des tubulures radiales dans ladite enceinte, lesdits angles peuvent être différents.

De même, les dispositifs agitateurs additionnels fixés sur lesdites tubulures ne sont pas forcément systématiquement installés. Des tubulures isolées ou des groupes de tubulures bien localisés peuvent en être équipés, alors que toutes les autres en sont dépourvues. La forme desdits dispositifs peut au surplus varier d'un élément agitateur tubulaire à l'autre.

Certaines opérations de séchage sont très particulières et exigent des conditions spéciales quant à la qualité du moyen dessiccatif, la température de traitement, voire le moyen d'application du flux de fluide dessiccatif. Il peut être intéressant d'alimenter le conduit creux central indépendamment des autres conduits de l'arbre, de sorte qu'on puisse y injecter un fluide plus chaud, ou plus généralement doté d'autres propriétés physiques et/ou chimiques. En combinant ceci avec une disposition précise des orifices d'admission, il est possible d'injecter un fluide particulier, selon un débit déterminé, à un endroit précis, si le traitement le nécessite.

Selon un mode préférentiel, le séchage s'effectue à la vapeur surchauffée, suivant une technique connue en soi et que l'on utilise déjà dans ce domaine.

L'échange qui se produit dans le sécheur permet de récupérer en sortie du dispositif de la vapeur d'eau obtenue lors du désurchauffage de la vapeur surchauffée d'entrée au cours du traitement dans le sécheur ainsi que de la vapeur d'eau résultant de l'évaporation de l'eau contenue dans le produit.

Il est possible d'améliorer l'efficacité du système en recomprimant la vapeur d'eau générée par l'évaporation de l'humidité contenue dans le produit. Cette vapeur est alors traitée par un compresseur qui élève sa température à une valeur bien supérieure à celle requise pour le séchage. La vapeur cède ensuite son enthalpie dans un échangeur du type condenseur / surchauffeur qui surchauffe la vapeur récupérée en sortie du sécheur,

qui est alors réinjectée dans ce dernier.

Pour le séchage des matériaux humides, l'emploi de la vapeur surchauffée présente une série d'avantages :

- la température est généralement plus élevée qu'avec de l'air chaud. Il y a donc une augmentation importante du coefficient de transmission de chaleur, la vitesse d'écoulement ayant une influence décisive sur sa valeur, d'où l'importance de la conception vue auparavant ;
- le transfert de matière se fait directement, sans passage à travers un film de gaz inerte, comme c'est par exemple le cas pour l'air chaud au contact de l'eau évaporée. Le mouvement de la vapeur ne dépend que de la différence entre les pressions partielles de celle-ci dans le film et dans les pores du matériau ;
- seule l'eau évaporée pendant le processus de séchage est éliminée du sécheur, la vapeur étant recyclée ;
- la vapeur surchauffée est très performante dans le séchage de matériaux pulvérulents, qui peuvent être séparés et totalement récupérés, après la condensation de la vapeur.

L'échange entre la vapeur surchauffée et le produit à sécher est à courant croisé avec percolation de la vapeur à travers la couche dudit produit.

Une telle installation est également très avantageuse économiquement et par son impact favorable sur l'environnement.

Elle nécessite deux fois moins d'énergie primaire que les produits actuels d'où une dépense énergétique réduite de moitié.

Il n'y a pas de rejets de fumées saturées de vapeur d'eau : tous les rejets sont condensés et rejetés sous forme de liquides après refroidissement. Les rejets thermiques sont également deux fois moindres qu'avec les installations traditionnelles, puisqu'ils sont réduits dans les mêmes proportions que l'énergie primaire.

Enfin, il est à noter que le produit n'est plus percolé que par de la vapeur d'eau, ce qui permet des traitements sans oxygène.

On va maintenant procéder à une description plus détaillée du dispositif de séchage ou sécheur selon l'invention, à l'aide des figures ci-jointes, pour lesquelles :

- la figure 1 est une coupe longitudinale d'un exemple de dispositif de séchage selon l'invention,
- la figure 2 en est une coupe transversale simplifiée,
- la figure 3 montre l'orientation possible des orifices d'admission dans le second plan,
- la figure 4 fait de même pour le premier plan,

- la figure 5 représente deux types de dispositifs agitateurs additionnels installés sur leurs tubulures agitatrices radiales,
- la figure 6 concerne un cache,
- la figure 7 en montre une variante,
- la figure 8 représente une variante du dispositif comprenant un conduit creux central dans l'arbre,
- la figure 9 montre schématiquement le positionnement d'un agitateur dans une installation,
- la figure 10 illustre une variante avec un arbre à deux conduits creux, et
- la figure 11 est un schéma du circuit de recyclage de la vapeur surchauffée.

Si la figure 1 ne représente qu'un exemple de dispositif selon l'invention, elle en comprend toutefois les éléments de base, que l'on retrouve également en figure 2.

L'enceinte (1) est munie de flasques ou couvercles (2, 3) dans lesquels sont pratiquées les entrées/sorties sous forme de tubulures (4,5). La tubulure de sortie (5) sert simultanément à évacuer le matériau après traitement et le fluide dessiccatif.

L'agitateur tournant (6) comporte un arbre qui est formé de quatre conduits creux (7) cylindriques d'axes parallèles symétriques par rapport à l'axe de l'agitateur tournant. Ces conduits (7) comportent chacun une rangée d'éléments agitateurs (8) radiaux, qui peuvent être décalés d'une rangée à l'autre. A proximité de la paroi interne (1a) de l'enceinte (1), les éléments agitateurs tubulaires (8) comportent une tête prismatique (9) dans laquelle est percé un orifice (10).

Cet orifice (10) apparaît sur une des faces de ladite tête (9) orientée perpendiculairement à la direction du mouvement rotatif, sur la face que l'on peut qualifier de face arrière par rapport au sens de rotation (voir particulièrement en figure 2).

Le fluide dessiccatif, à l'entrée, est d'abord envoyé dans une chambre de distribution (11) via une tubulure d'entrée (11a). Cette chambre est située dans le prolongement axial de l'arbre de l'agitateur tournant (6) et elle contient le cache (12) placé en bout d'arbre. Le fluide passe de la chambre (11) dans l'arbre, c'est-à-dire dans les conduits creux (7) de l'arbre, va l'entrée (18) et après filtrage éventuel par le cache (12).

Ensuite, ledit fluide s'échappe vers les tubulures radiales (8) qui communiquent avec un des conduits (7) creux, et sort dans l'enceinte (1) par les orifices (10) situés dans les têtes prismatiques (9). Dans cette configuration, le fluide dessiccatif est au surplus introduit dans l'enceinte (1) au moyen des conduits fixes (13) et (14), afin de renforcer l'effet de séchage dû au flux central.

La figure 2 précise la forme choisie pour les éléments de l'agitateur tournant (6). D'autres confi-

gurations sont bien entendu tout à fait possibles. Ainsi, les profils transversaux des conduits (7) peuvent être carrés, rectangulaires, ovales, etc... De même, les éléments agitateurs tubulaires (8) peuvent être dessinés selon un autre profil, être droits ou recourbés, obliques par rapport à l'axe de l'arbre, etc... Même la forme des orifices peut subir des variations.

La paroi intérieure (1a) de l'enceinte (1) est munie de pièces (15) fixes dont la fonction est ici essentiellement l'émottage du matériau, bien qu'elles influent aussi sur la dynamique du fluide dans l'enceinte.

Selon une variante, ces pièces pourraient être creuses et reliées à la chemise (16) chauffante faisant office de moyen de chauffage additionnel.

En figure 1, on a placé un exemple de dispositif mélangeur additionnel (17) placé sur la face avant (selon le sens du mouvement) de la tête (9) d'un élément tubulaire (8) : une illustration supplémentaire de ces éléments additionnels (17) apparaît en figure 5, en coupe longitudinale.

La figure 3 illustre le positionnement de l'angle β . Le sens de rotation étant représenté par V, on peut visualiser les différentes valeurs prises par β , entre 45°

et 315° . β n'est jamais parallèle à la direction du mouvement, et n'entre jamais dans un angle droit dont cette direction est la bissectrice. Sur la figure, β a une valeur d'environ 135° , valeur réglée d'après le matériau à traiter et les impératifs dus à l'architecture du reste de la configuration de l'enceinte (1).

La figure 4 montre le positionnement de l'angle γ . Celui-ci est compris entre une valeur de 30° , équivalent à un orifice (9) orienté globalement vers l'arbre et une valeur de 120° pour laquelle l'orientation dudit orifice (9) est sensiblement orthogonale à l'axe de la tubulure (8).

La figure 5 montre deux types de dispositifs agitateurs additionnels (17). Dans les deux cas, ces dispositifs sont composés de deux plaquettes planes minces formant entre elles un angle δ , sans que cela soit une règle intangible. De multiples formes d'agitateurs additionnels peuvent en effet faire l'affaire.

Le premier comprend deux plaquettes (19, 20) formant un angle δ approximativement égal à 120° , alors que dans la seconde plaquette (21, 22), δ vaut presque 180° . L'angle ϵ entre la plaquette (19 ; 21) la plus proche de la paroi interne (1a) et la tangente à la paroi (1) en le point d'intersection de la droite (D ; D'), prolongeant ladite plaquette (19 ; 21) et ladite paroi (1a) est sensiblement égal dans les deux cas et vaut approximativement 30° .

Dans les deux cas, ce dispositif additionnel (17) est fixé à la face avant (dans le sens du mouvement V), bien que cela soit de manière

indirecte pour ce qui concerne la plaquette (22).

Un positionnement et une forme possibles du cache (12) apparaissent dans les figures suivantes, également appliqués à une configuration à quatre conduits (7) creux.

Dans le premier cas (figure 6), le cache est un secteur angulaire plein découpé d'une portion de couronnes (23). Dans le plan de représentation, le cache (12) est fixe, alors que les conduits creux (7) sont mobiles en rotation suivant V. Il peut être rendu mobile, suivant un mouvement alternatif linéaire qui a lieu dans la troisième dimension (non représentée).

Dans le second cas (figure 7), le cache est géométriquement un peu différent et très similaire à un secteur angulaire complètement fermé. Le secteur obstrué recouvre, comme dans le cas précédent, un angle d'approximativement 90° . Son complémentaire dans le disque est une portion de couronne (24) découpée. Il aurait été équivalent de ne prévoir qu'un simple secteur angulaire plein. La même remarque que précédemment concernant la mobilité du cache est vraie.

Le cache (12) peut être en contact avec l'entrée (18) des conduits creux (7) ou à faible distance.

La figure 8 présente schématiquement la variante à conduit creux central (25) au milieu des conduits (7) périphériques. La symétrie globale du système est respectée, puisque cet arbre central (25) est coaxial à l'arbre de l'agitateur tournant (6).

Le conduit central (25) comporte au moins un orifice (26) débouchant directement dans l'enceinte (1) et/ou au moins un élément agitateur tubulaire (8) doté d'un orifice d'admission (27) situé - dans cette configuration - en face de la paroi interne (1a) de l'enceinte (1), c'est-à-dire sur la face de la tête (9) prismatique en regard de ladite paroi (1a).

Une variante au dispositif cylindrique de la figure 1 est montrée en figure 9, dans laquelle l'enceinte prend la forme d'une auge (1) asymétrique. Dans ce type de dispositif, le moyen dessiccateur et le matériau à sécher n'ont pas de tubulure de sortie commune. Le fluide dessiccateur s'échappe par la tuyauterie (28), alors que le matériau traité sort par la tubulure (5).

La figure 10 représente un autre cas particulier, à deux conduits creux (7) par arbre. L'intérêt de cette figure est de montrer schématiquement la course possible d'un conduit creux sans être même partiellement obstrué. Dans cette configuration à deux conduits (7), l'écart angulaire possible, compte-tenu du secteur angulaire plein d'environ 90° matérialisé par le cache (12) est de 195° . Au-delà, il y a obstruction partielle, voire totale pour un bref moment.

En l'espèce, dans une coupe transversale, selon le sens trigonométrique direct, opposé au sens

de V, l'obstruction cesse entre les positions angulaires de valeurs 135° et 330° . La position du cache est donc prévue pour que le débit de fluide dessiccatif soit maximal dans le bas de l'enceinte, et moindre, voire nul dans la partie supérieure du volume.

Un petit changement de cette position modifie les débits issus des orifices, que l'on peut donc orienter plus spécifiquement dans certaines zones de l'enceinte. Un tel choix dépend bien entendu de la nature et de la forme du matériau à traiter.

La figure 11 donne le schéma du circuit de recyclage de la vapeur surchauffée.

A l'entrée du sécheur, on dispose de vapeur surchauffée, à un débit Q, à une pression proche de la pression atmosphérique et à une température de 140°C ou plus.

Le séchage entraîne qu'en sortie du dispositif (S), on se retrouve avec un débit $Q + q$, q étant de la vapeur proche de la saturation, l'ensemble étant ramené à une température très voisine de 100°C et toujours à une pression voisine de la pression atmosphérique.

Le débit q est dérivé du circuit principal vers un compresseur (W), qui augmente sa pression jusqu'à une valeur telle que la température correspondante permette le réchauffage de la vapeur.

Ce débit q passe par le condenseur - surchauffeur (C), où sa condensation, par la chaleur qu'elle dégage, permet le surchauffage du débit Q de vapeur saturée qui entre également dans ledit condenseur - surchauffeur (C) en provenance du circuit principal.

En sortie, on retrouve le débit Q de vapeur surchauffée à environ 140°C et à pression sensiblement atmosphérique, qu'un ventilateur (T) réinjecte dans le sécheur (S).

Le cycle peut recommencer.

La saturation de la vapeur est très rapide pour des teneurs en humidité allant jusqu'à 75 % de la matière sèche, et le temps de séchage dans l'intervalle [25%, 75%] est approximativement trois fois plus rapide qu'avec de l'air dans les conditions habituelles.

Pratiquement, le séchage se faisant à basse température et en l'absence d'oxygène, il n'y a plus de risque d'incendie.

Ce système utilisant la recompression mécanique de la vapeur en sortie du dispositif de séchage permet de récupérer la chaleur latente de l'eau évaporée, et participe de ce fait aux économies évoquées plus haut.

Le coût est encore diminué par l'absence de risque résultant de l'utilisation de vapeur d'eau à basse température et sans oxygène, puisque les primes d'assurance sont par exemple substantiellement diminuées.

L'avantage économique entraîné par la combinaison entre le dispositif de séchage selon l'invention et l'utilisation de vapeur surchauffée s'avère donc particulièrement probant.

Revendications

1. Dispositif de séchage de matériaux en solution, en suspension, pâteux, morcelés sous diverses formes ou pulvérulents, au moyen du flux d'un fluide dessiccatif mis en présence du matériau à sécher, composé d'une enceinte close (1) munie d'un agitateur tournant (6) comportant un arbre creux communiquant avec une pluralité d'éléments agitateurs (8) creux d'allure radiale percés d'orifices (10) permettant l'admission du fluide dessiccatif dans ladite enceinte (1) via l'arbre creux et les éléments agitateurs (8), caractérisé en ce que les éléments agitateurs (8) montés sur ledit arbre creux sont sous la forme de tubulures s'étendant jusqu'à la paroi interne (1a) de l'enceinte (1), dont la plupart sont creuses et sont munies à leur extrémité voisine de ladite paroi (1a) d'un orifice (10) dont l'axe est orientable entre deux positions angulaires prédéterminées, dans deux plans perpendiculaires, le premier de ces plans étant perpendiculaire à l'axe de l'agitateur (6), le second étant parallèle à l'axe de l'agitateur (6) et perpendiculaire à l'axe de la tubulure (8).
2. Dispositif de séchage de matériaux en solution, en suspension, pâteux, morcelés sous diverses formes ou pulvérulents, au moyen du flux d'un fluide dessiccatif mis en présence du matériau à sécher, composé d'une enceinte close (1) munie d'un agitateur tournant (6) comportant un arbre creux communiquant avec une pluralité d'éléments agitateurs (8) creux d'allure radiale percés d'orifices (10) permettant l'admission du fluide dessiccatif dans ladite enceinte (1) via l'arbre creux et les éléments agitateurs (8), caractérisé en ce que l'arbre se compose d'au moins deux conduits (7) creux d'axes parallèles positionnés symétriquement par rapport à l'axe de l'agitateur tournant (6), sur lesquels sont montés lesdits éléments agitateurs (8) sous forme de tubulures s'étendant jusqu'à la paroi interne (1a) de l'enceinte (1).
3. Dispositif de séchage selon la revendication 2, caractérisé en ce que les éléments agitateurs (8) sous forme de tubulures sont munis à leur extrémité voisine de ladite paroi (1a) d'un orifice (10) dont l'axe est orientable entre deux positions angulaires prédéterminées, dans deux plans perpendiculaires, le premier de ces

plans étant perpendiculaire à l'axe de l'agitateur (6), le second étant parallèle à l'axe de l'agitateur (6) et perpendiculaire à l'axe de la tubulure (8).

4. Dispositif de séchage selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'arbre se compose d'au moins deux conduits (7) creux d'axes parallèles positionnés symétriquement par rapport à l'axe de l'agitateur tournant (6), sur lesquels sont montés les éléments agitateurs (8). 5
5. Dispositif de séchage selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que le débit du fluide dessicatif transitant par chaque conduit creux (7) et par les tubulures creuses (8) qui y convergent est contrôlé par un cache (12) placé en bout d'arbre, dont la forme est prévue pour obstruer plus ou moins totalement l'ouverture à l'entrée (18) du conduit (7), en fonction de la position angulaire dudit conduit (7) dans la course rotative de l'arbre, de sorte que le conduit (7) et ses tubulures (8) agitatrices associées ne sont traversées par du fluide dessicatif qu'entre deux positions angulaires prédéterminées. 10 15 20 25
6. Dispositif de séchage selon la revendication 5, caractérisé en ce que le cache (12) prend la forme d'un secteur angulaire plein. 30
7. Dispositif de séchage selon la revendication 5, caractérisé en ce que le cache (12) est constitué d'un secteur angulaire plein dans lequel est découpée une portion de couronne (23). 35
8. Dispositif de séchage selon la revendication 5, caractérisé en ce que le cache (12) a une forme de disque plein découpé d'une portion de couronne (24). 40
9. Dispositif de séchage selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que le cache (12) est animé d'un mouvement alternatif linéaire d'axe parallèle à l'axe de l'agitateur tournant (6). 45
10. Dispositif de séchage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'axe de l'enceinte close (1) dans laquelle se trouve le matériau à traiter fait avec l'horizontal un angle compris entre $+15^\circ$ et -15° . 50
11. Dispositif de séchage selon l'une des revendications 1 et 3 à 10, caractérisé en ce que l'axe de chaque orifice (10) fait un angle γ avec la perpendiculaire à l'axe de l'agitateur (6) située dans ledit premier plan et passant par le point 55

d'intersection entre l'axe de l'orifice (10) et la surface qui lui est perpendiculaire située au niveau du débouché dudit orifice dans l'enceinte, c'est à dire la surface reliant les bords de l'orifice, γ étant compris entre 30° et 120° .

12. Dispositif de séchage selon l'une des revendications 1 et 3 à 11, caractérisé en ce que l'axe de chaque orifice (10) fait un angle β avec le vecteur définissant le mouvement (V), β étant compris entre 45° et 315° . 10
13. Dispositif de séchage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les tubulures (8) comportent des têtes prismatiques (9) à leurs extrémités proches de la paroi (1a), l'orifice d'admission (10) étant percé dans ladite tête (9). 15
14. Dispositif de séchage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une pluralité de tubulures (8) sont dotées de dispositifs agitateurs additionnels (17), constitués de deux plaquettes planes minces (19, 20 ; 21, 22) formant entre elles un angle δ , la direction (D ; D') de la plaquette (19 ; 21) la plus proche de la paroi (1a) de l'enceinte (1) et la tangente à ladite paroi au point d'intersection entre ladite direction et la paroi (1a) formant un angle ϵ . 20 25 30
15. Dispositif de séchage selon la revendication 14, caractérisé en ce que lesdits dispositifs agitateurs additionnels (17) sont fixés sur les têtes (9) des tubulures (8), à l'opposé des orifices (10). 35
16. Dispositif de séchage selon l'une des revendications 14 et 15, caractérisé en ce que l'angle δ est compris entre 70° et 165° . 40
17. Dispositif de séchage selon l'une des revendications 14 à 16, caractérisé en ce que l'angle ϵ est compris entre 10° et 70° . 45
18. Dispositif de séchage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'arbre de l'agitateur (6) comporte un conduit creux central (25), coaxial dudit arbre, muni d'au moins un orifice (26) débouchant dans l'enceinte (1). 50
19. Dispositif de séchage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ledit conduit creux central (25) comporte au moins un élément agitateur tubulaire (8) comportant un orifice (27). 55

20. Dispositif de séchage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enceinte (1) comporte sur sa paroi interne (1a) des pièces (15) placées entre les parties tournantes de l'agitateur (6), destinées à un chauffage additionnel et/ou à émouvoir et/ou à désintégrer la matière à traiter. 5
21. Dispositif de séchage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enceinte (1) est équipée d'une chemise additionnelle (16) de chauffage. 10
22. Dispositif de séchage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la chemise de chauffage (16) est reliée au conduit creux central (25) de l'arbre par des raccords creux. 15
23. Dispositif de séchage selon l'une des revendications 2 à 22, caractérisé en ce qu'il se compose d'un arbre comprenant deux conduits creux (7) symétriques par rapport à l'axe de l'agitateur tournant (6), chacun doté d'une pluralité d'éléments agitateurs tubulaires (8) à têtes (9) percées d'un orifice (10), d'un cache (12) formé d'un secteur angulaire plein d'approximativement 90°, de sorte que l'écart angulaire pendant lequel les conduits (7) sont totalement dégagés du cache (12) est de 195°. 20
25
30
24. Dispositif de séchage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le fluide dessicatif est de la vapeur surchauffée. 35
25. Dispositif de séchage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la vapeur surchauffée est à une température de 140° C et à pression sensiblement atmosphérique. 40

45

50

55

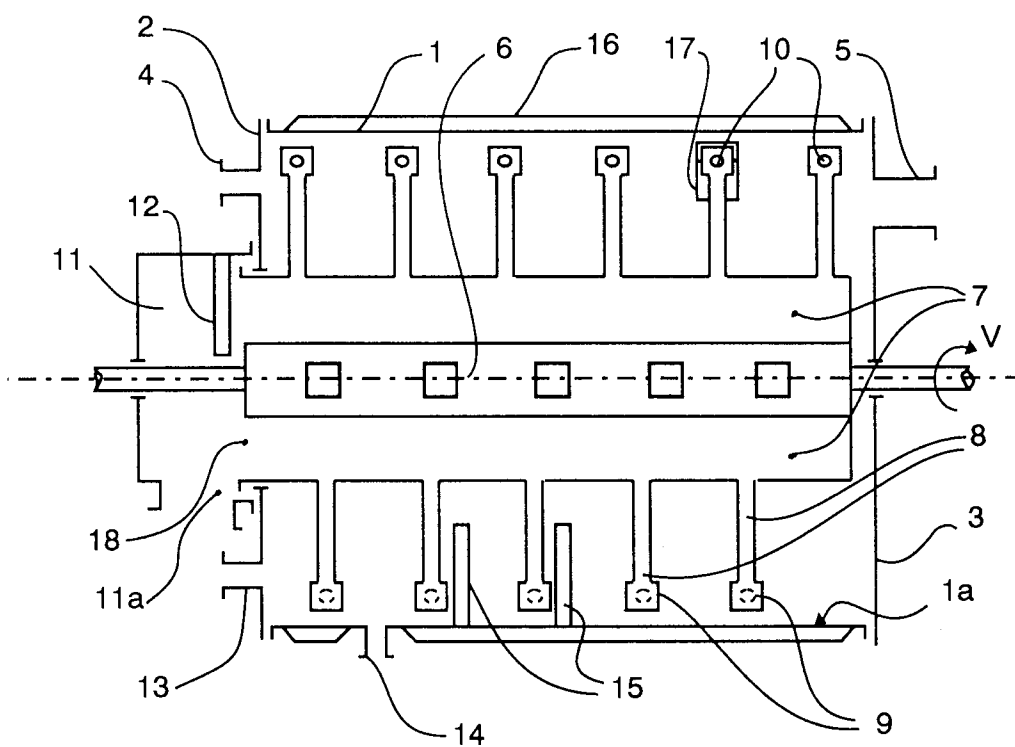


FIG.1

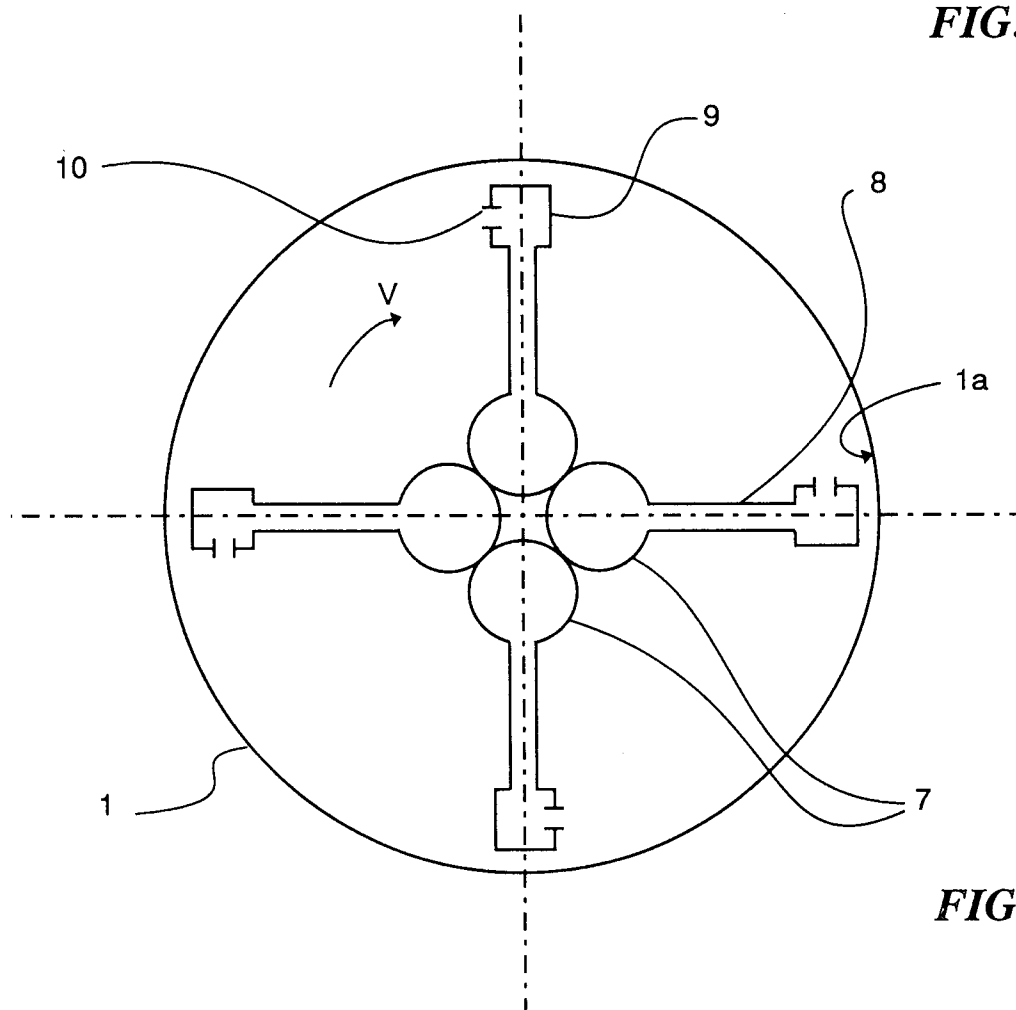


FIG.2

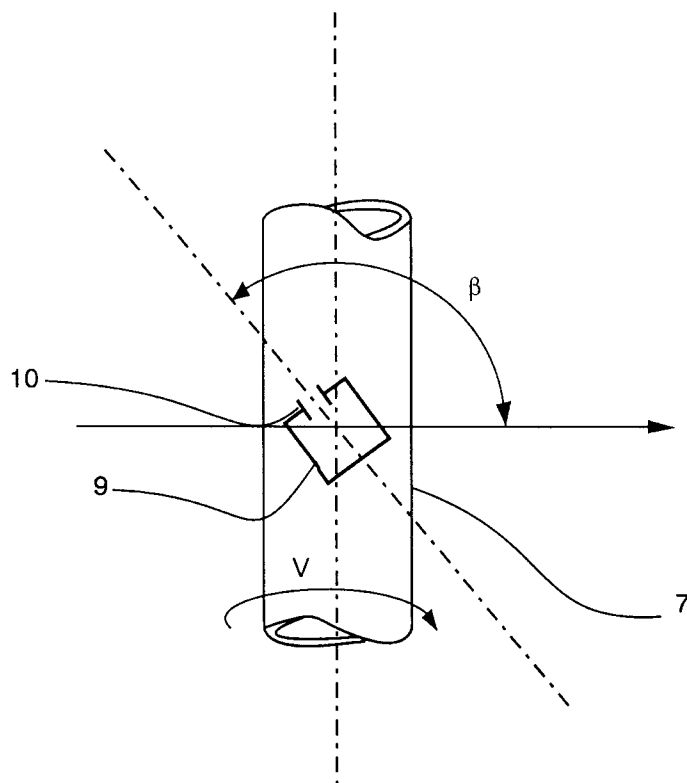


FIG.3

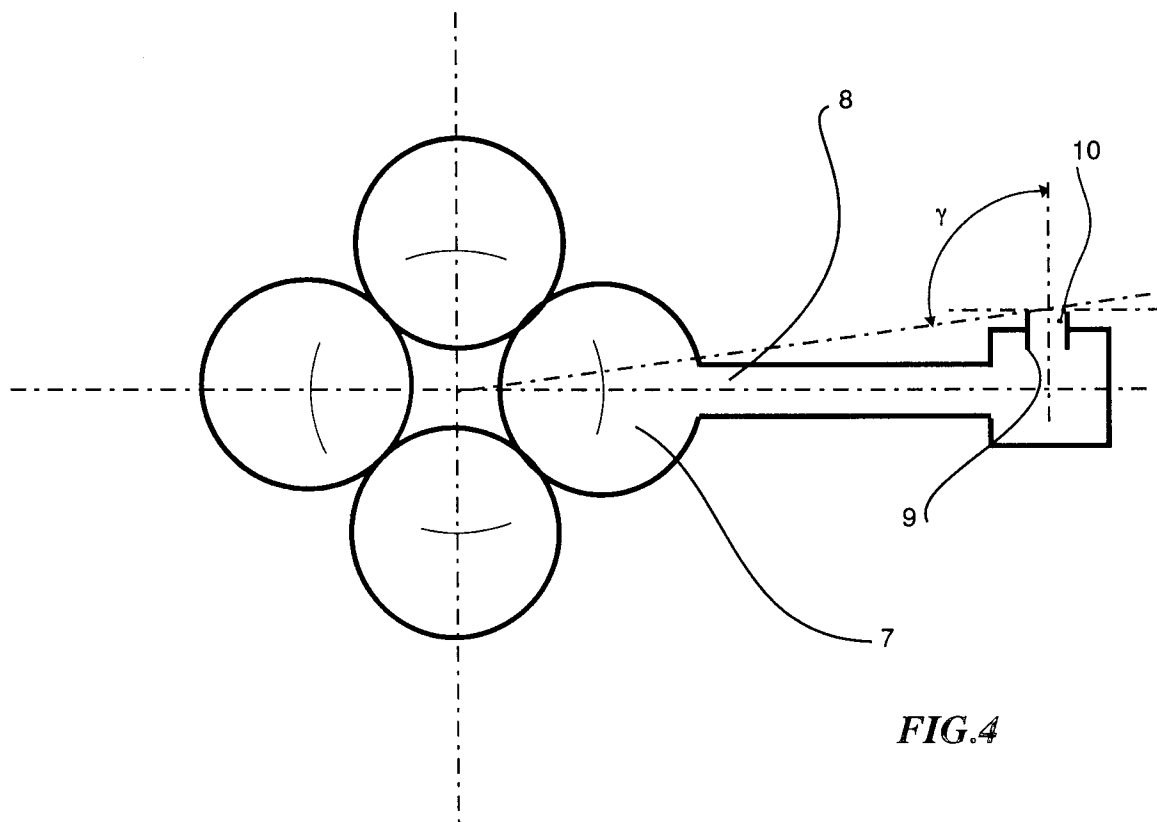
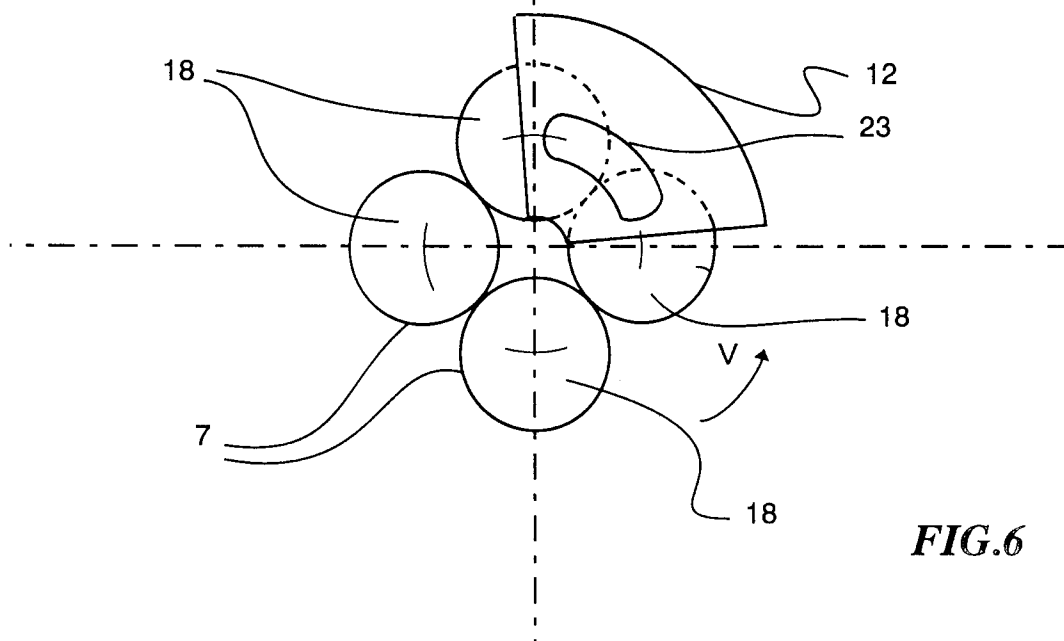
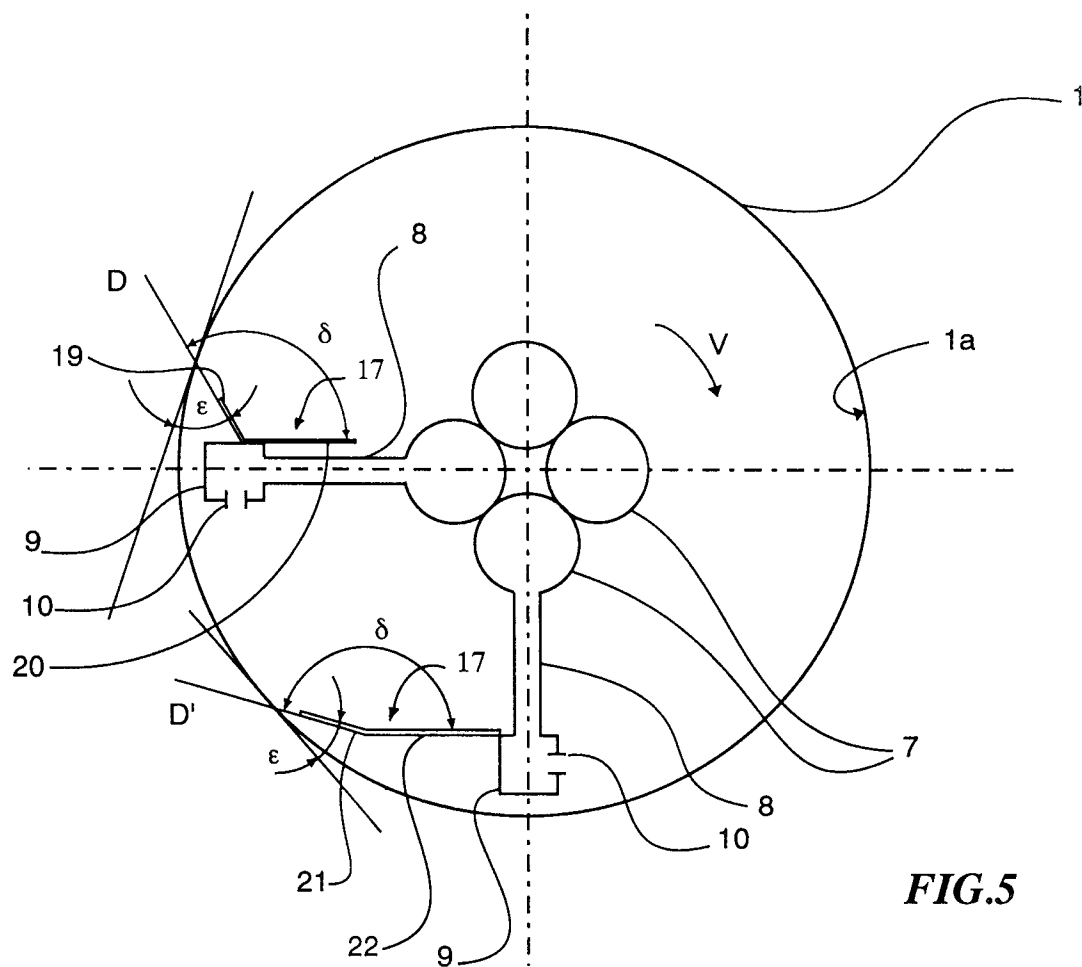


FIG.4



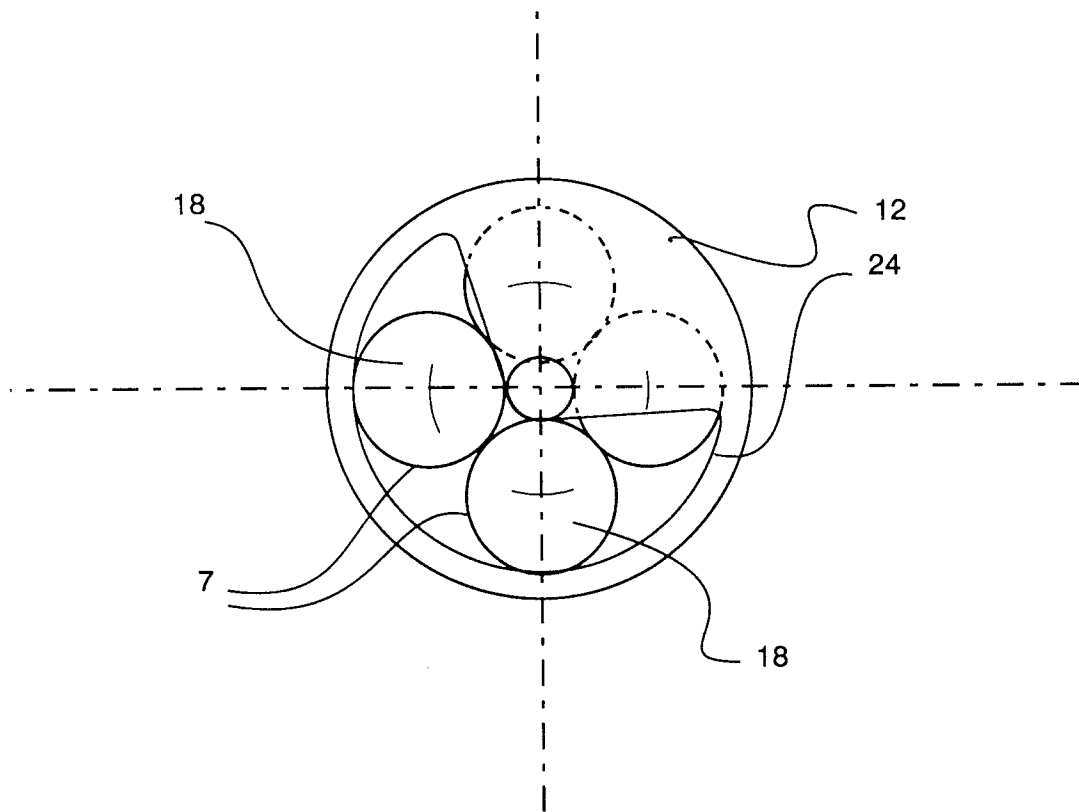


FIG. 7

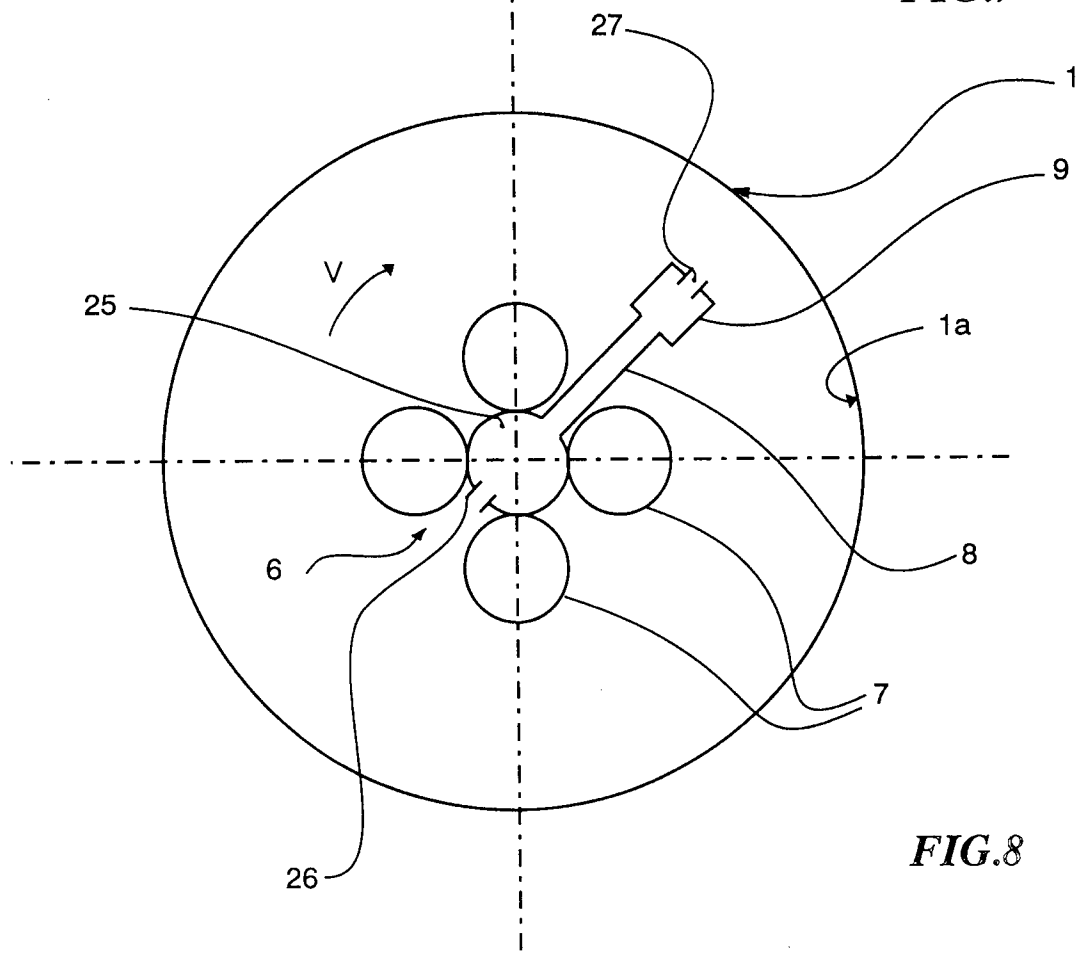
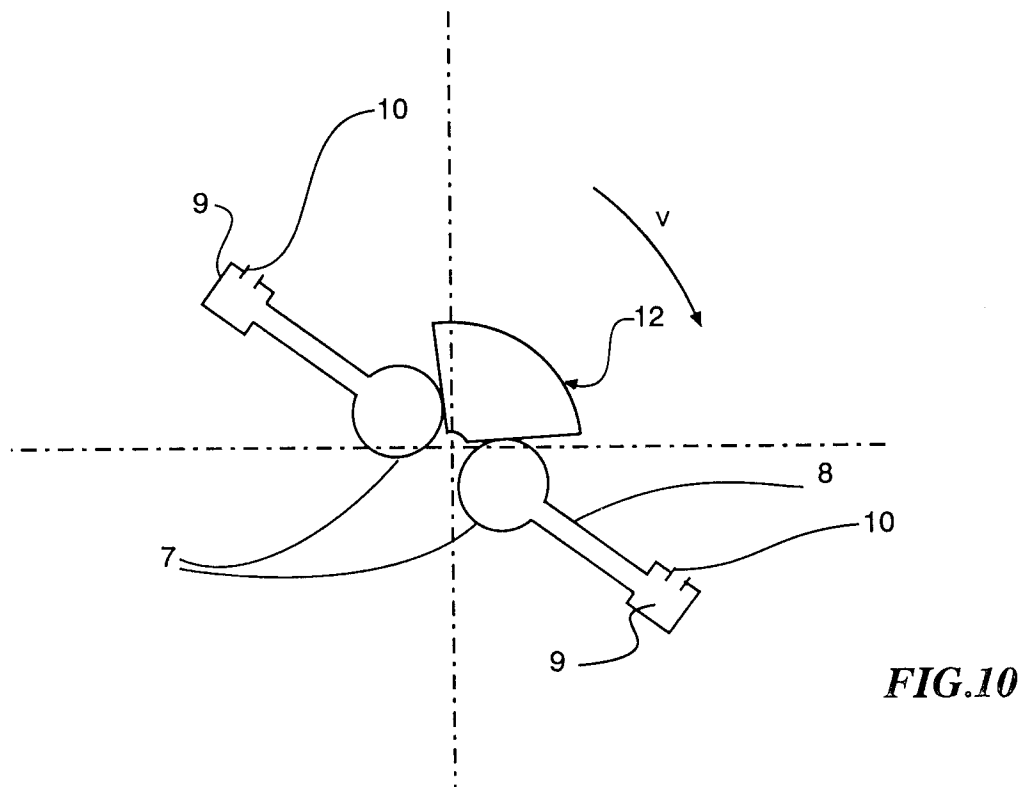
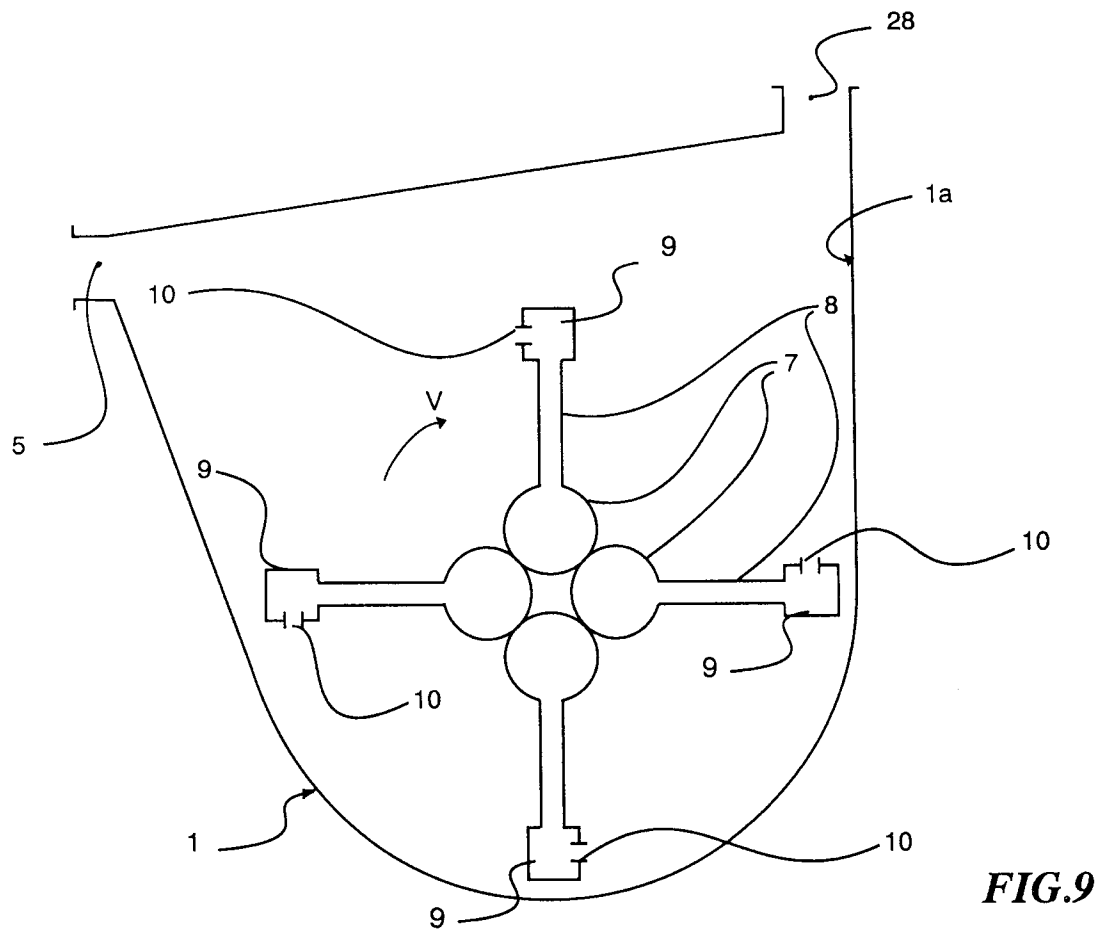


FIG. 8



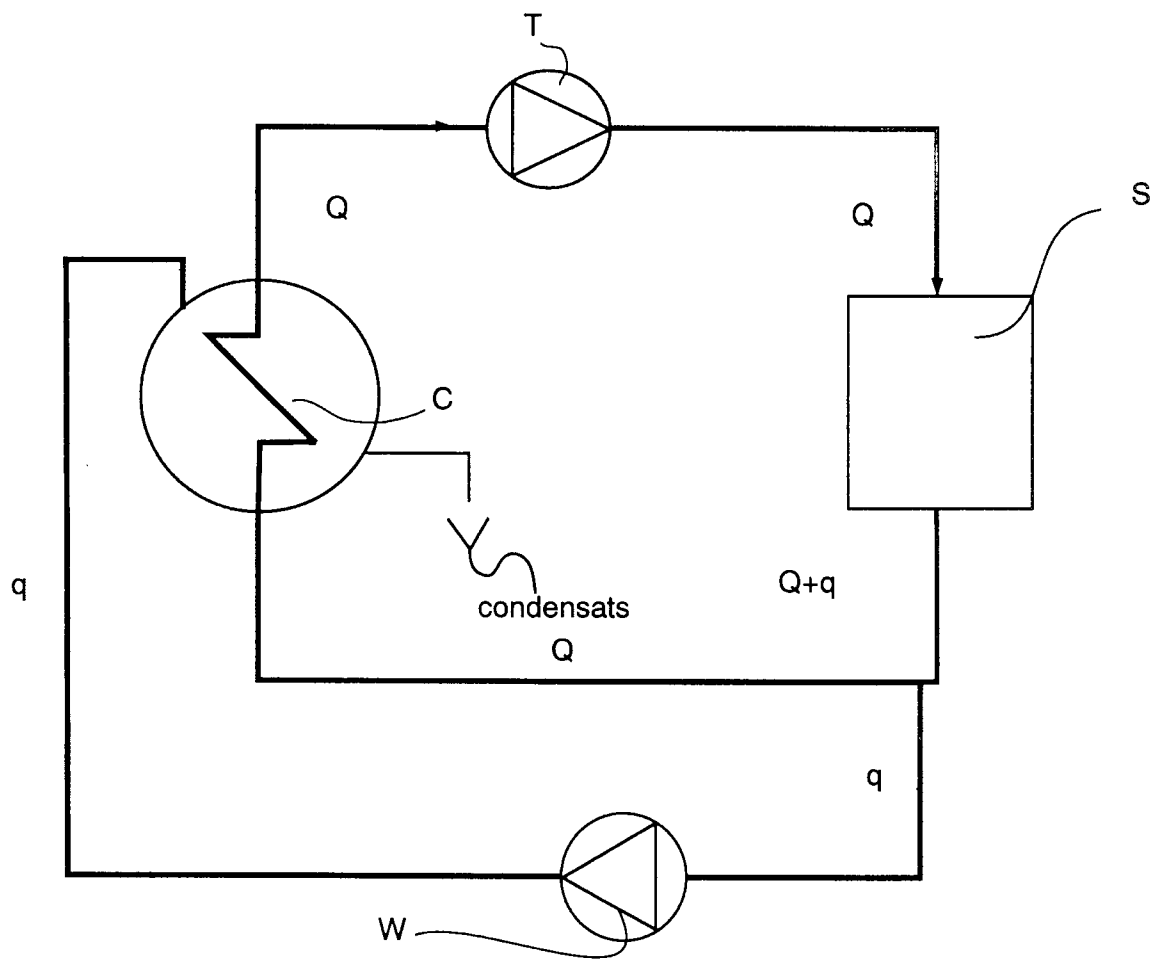


FIG.11



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 93 44 0003

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	DE-A-1 940 779 (VYZKUMNY USTAV ORGANICKYCH SYNTEZ) * revendication 1; figures 1,2 *	1	F26B11/16
D	& FR-A-2 019 344 ---		
A	DE-B-1 265 058 (VEB MOLEKULARZERSTÄUBUNG MEISSEN) * revendications 1-4; figures 1-6 *	1	
A	US-A-4 831 748 (DANIEL DEL VALLE P. ET AL.) * le document en entier *	1	

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			F26B B01J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 31 AOUT 1993	Examinateur BERTRAM H.E.H.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			