



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Numéro de publication : **0 442 788 A2**

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt : **91400310.8**

⑤① Int. Cl.⁵ : **B07B 7/00**

㉔ Date de dépôt : **08.02.91**

③① Priorité : **13.02.90 FR 9001673**

④③ Date de publication de la demande :
21.08.91 Bulletin 91/34

⑧④ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES GB GR IT LI LU NL SE

⑦① Demandeur : **F C B FIVES-CAIL BABCOCK**
38, rue de la République
F-93100 Montreuil (FR)

⑦② Inventeur : **Cordonnier, Alain**
7, rue Maurice Ravel
F-59800 Lille (FR)

⑦④ Mandataire : **Fontanié, Etienne**
FIVES-CAIL BABCOCK 38, rue de la
République
F-93100 Montreuil (FR)

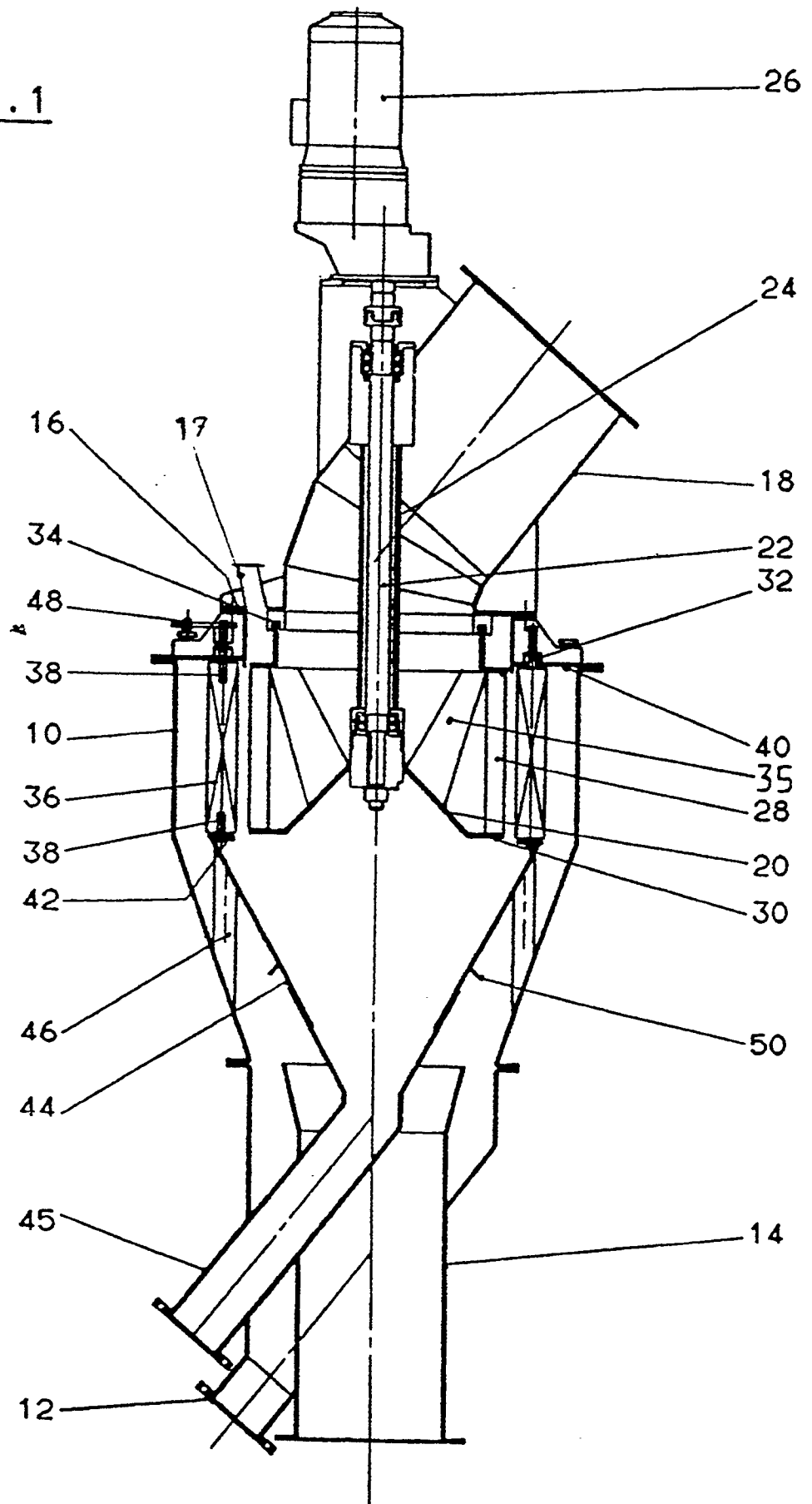
⑤④ **Sélecteur à air à action centrifuge.**

⑤⑦ Sélecteur à air comportant des aubes directrices disposées suivant les génératrices d'un cylindre fictif, à axe vertical, et aptes à communiquer à un courant de gaz pénétrant dans ledit cylindre fictif un mouvement de rotation autour de l'axe dudit cylindre fictif, un rotor placé coaxialement à l'intérieur dudit cylindre fictif et muni de pales verticales régulièrement réparties sur sa périphérie, des moyens pour introduire les particules à trier entre les aubes et le rotor et un orifice de sortie central par où est aspiré le courant de gaz chargé des particules dont les dimensions sont inférieures à une dimension prédéterminée.

Pour améliorer les performances et diminuer la consommation énergétique du sélecteur, le rotor comporte un second jeu de pales (35) disposées entre les pales périphériques (28) et l'axe et servant à guider jusqu'à l'orifice de sortie central les veines de gaz sortant des pales périphériques (28).

EP 0 442 788 A2

FIG. 1



SELECTEUR A AIR A ACTION CENTRIFUGE

La présente invention a pour objet un sélecteur destiné à séparer d'un flot de particules solides en suspension dans un courant de gaz les particules dont la grosseur est supérieure à une dimension prédéterminée et comportant des aubes directrices disposées suivant les génératrices d'un cylindre fictif, à axe vertical, et aptes à communiquer au courant de gaz pénétrant dans ledit cylindre fictif, un mouvement de rotation autour de l'axe du cylindre, un rotor placé à l'intérieur dudit cylindre fictif, dont l'axe coïncide avec celui du cylindre et qui est muni de pales verticales régulièrement réparties sur sa périphérie, et un orifice de sortie central disposé au-dessus ou au-dessous du rotor et par où est aspiré le courant de gaz chargé des particules dont les dimensions sont inférieures à ladite dimension prédéterminée.

Dans les sélecteurs de ce type, les particules en suspension dans le courant gazeux sont soumises à deux forces antagonistes : une force centrifuge résultant du mouvement de rotation et une force de traînée due à l'écoulement centripète du courant gazeux vers l'orifice de sortie central. La séparation des grosses particules se fait au niveau de la surface cylindrique extérieure du rotor. Si la répartition du courant gazeux sur toute la hauteur de la turbine est uniforme, il y a un seul diamètre de particule critique ou diamètre de coupure correspondant à une particule en équilibre sur la surface extérieure du rotor. Les particules de diamètre supérieur au diamètre critique sont rejetées contre les aubes directrices par la force centrifuge et tombent par gravité dans une trémie collectrice placée sous les aubes ; tandis que les particules de diamètre inférieur au diamètre critique sont entraînées par le courant gazeux à travers le rotor vers l'orifice de sortie central.

Dans les appareils connus, le rotor est équipé de pales de faible largeur disposées sur sa périphérie et, en fonctionnement, il se forme au centre du rotor un vortex dans lequel est dissipée une partie non négligeable de l'énergie cinétique du courant de gaz.

Le but de la présente invention est d'améliorer les performances et de diminuer la consommation énergétique d'un sélecteur de ce type par des dispositions permettant de s'affranchir des turbulences de l'écoulement entre les aubes directrices et le rotor et d'éviter la formation d'un vortex dans le rotor.

Le sélecteur objet de la présente invention est caractérisé en ce que le rotor comporte un second jeu de pales, disposées entre les pales périphériques et l'axe, et servant à guider jusqu'à l'orifice de sortie central du rotor les veines de gaz chargé de fines particules sortant des pales périphériques. Les pales de ce second jeu s'étendent sur toute la hauteur du rotor et peuvent être disposées dans des plans radiaux ou être inclinées par rapport à ces plans. Elles peuvent

être planes ou présenter une certaine courbure, et peuvent être formées par un prolongement vers l'axe des pales périphériques. La partie centrale de la paroi terminale du rotor opposée à l'orifice de sortie pourra présenter une forme profilée, par exemple tronconique, favorisant l'écoulement du gaz vers l'orifice de sortie.

Grâce à ce second jeu de pales une partie importante de l'énergie cinétique du courant gazeux est utilisée pour faire tourner le rotor ce qui permet de diminuer la puissance du moteur d'entraînement. Dans certaines conditions d'utilisation, il est même possible de supprimer ce moteur, la vitesse du rotor, dont dépend le diamètre de coupure, étant alors ajustée par réglage de l'orientation des aubes directrices.

Pour augmenter la précision de la coupure, il est avantageux de donner aux canaux délimités par les pales périphériques du rotor une section qui croît de l'extérieur vers l'intérieur du rotor, de telle sorte que les forces centrifuges et de traînée agissant sur les grains dont le diamètre est égal au diamètre de coupure s'équilibrent pratiquement sur toute la longueur desdits canaux.

Comme dans tous les appareils de ce type, les aubes directrices et le rotor sont enfermés dans une enveloppe qui délimite, autour des aubes directrices, une chambre annulaire dans laquelle sont admis le courant gazeux et éventuellement les matières à trier. Le courant gazeux peut être admis dans cette chambre tangentiellement ou parallèlement à l'axe de l'appareil, par le bas. Les matières premières peuvent être mises en suspension dans le courant de gaz avant son entrée dans ladite chambre ou introduites séparément, par le haut, dans l'espace entre le rotor et les aubes directrices ; ces deux modes d'alimentation peuvent également être utilisés simultanément.

Suivant un mode de réalisation préféré de l'invention, une trémie en forme de cône inversé est placée sous le rotor et les aubes directives, pour recueillir les particules dont les dimensions sont supérieures au diamètre de coupure, l'enveloppe est de révolution, concentrique au rotor et entoure aussi ladite trémie en ménageant autour d'elle un passage à section annulaire, et un conduit vertical est raccordé au bas de ladite enveloppe, sous ladite trémie et coaxialement à celle-ci, pour amener le courant gazeux chargé des particules à trier dans ladite chambre, à travers ledit passage ; dans le plan où ledit conduit débouche dans ladite enveloppe, le diamètre de cette dernière est nettement supérieur à celui dudit de telle sorte que les gaz chargés de particules soient soumis, en entrant dans ladite enveloppe, à une détente favorisant la chute des particules lourdes au fond de l'enveloppe. Ledit conduit pourra se prolonger vers le haut au-dessus du fond de l'enveloppe et délimiter avec

celle-ci un volume annulaire où seront collectées les grosses particules séparées du courant d'air dans la zone de détente ainsi créée, le fond de ladite enveloppe étant, de préférence, incliné et muni à son point le plus bas d'un orifice d'évacuation desdites particules. Un ou plusieurs déflecteurs constitués par des anneaux plats ou tronconiques pourront être fixés sur l'extérieur de ladite trémie pour dévier le courant gazeux et favoriser la séparation des grosses particules.

D'autres caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit et se réfère aux dessins l'accompagnant qui montrent, à titre d'exemple non-limitatif, une forme de réalisation de l'invention et sur lesquels :

La figure 1 est une coupe verticale d'un sélecteur réalisé conformément à l'invention ;

La figure 2 est une vue en coupe par un plan horizontal de l'appareil de la figure 1, et

La figure 3 est une section droite de deux pales du rotor de l'appareil.

Le sélecteur représenté sur les dessins comprend une enveloppe 10 constituant le corps de l'appareil et formée d'une partie supérieure cylindrique, d'une partie intermédiaire en forme de tronc de cône inversé, d'une partie inférieure cylindrique se raccordant à la petite base du tronc de cône et d'un fond incliné comportant, à son point le plus bas, un orifice d'évacuation 12. Un conduit d'admission des gaz chargés des particules à trier 14 traverse le fond de l'enveloppe et se prolonge vers le haut approximativement jusqu'au plan de jonction des parties intermédiaire et inférieure. Le conduit 14 est disposé coaxialement à l'enveloppe et son extrémité est évasée.

A sa partie supérieure, l'enveloppe est fermée par un couvercle 16 comportant une ouverture centrale au bord de laquelle est raccordé un conduit d'évacuation des gaz 18.

Un rotor 20 est placé dans la partie supérieure de l'enveloppe, coaxialement à celle-ci. Il est fixé à l'extrémité inférieure d'un arbre vertical 22 monté, par l'intermédiaire de paliers à roulements, dans un support tubulaire 24 fixé sur le couvercle 16. L'arbre est accouplé à un groupe de commande 26 à vitesse variable permettant de faire tourner le rotor à la vitesse voulue.

Le rotor 20 comporte un grand nombre de pales verticales 28 régulièrement espacées sur sa périphérie. Les extrémités inférieure et supérieure des pales sont fixées, respectivement, sur un fond 30 formé d'un anneau plat et d'un tronc de cône central solidaire de l'arbre 22, et sur un anneau 32. Un joint à chicanes 34, solidaire du couvercle 16, assure l'étanchéité entre ce dernier et le rotor.

Les pales 28 admettent comme plan de symétrie un plan contenant l'axe du rotor et, comme on le voit sur la figure 3, les canaux ménagés entre les pales ont

une largeur qui croît de l'extérieur vers l'intérieur du rotor ($L1 < L2$) de telle sorte que la force centrifuge et la force de traînée agissant sur une particule de diamètre critique (diamètre de coupure) s'équilibrent pratiquement sur toute la longueur des canaux. En appelant $Fc1$, $Ft1$ les forces centrifuges et de traînée à l'entrée d'un canal et $Fc2$, $Ft2$ ces mêmes forces à la sortie du canal, cette condition de fonctionnement peut être traduite par les relations :

$$Fc1 = Ft1$$

$$\text{et } Fc2 = Ft2$$

Le profil des pales peut être facilement déterminé à partir de ces formules mathématiques traduisant l'égalité des forces centrifuges et de traînée agissant sur une particule de densité et de diamètre donnés, avec une vitesse donnée du rotor. Les conditions d'équilibre pourront être satisfaites, avec un profil des pales donné, pour différents diamètres de coupure, en adoptant des vitesses de rotation différentes pour le rotor.

Au lieu d'être disposées radialement, les pales 28 pourraient former un angle avec les plans radiaux, la largeur des canaux délimités par les pales augmentant toujours progressivement de l'extérieur vers l'intérieur.

Le rotor comporte, en outre, un second jeu de pales 35, disposées entre les pales 28 et l'axe du rotor. Dans l'exemple représenté, les pales 35 sont constituées par des tôles planes, situées dans des plans verticaux contenant l'axe du rotor, et fixées sur la partie centrale tronconique du fond 30 et sur l'anneau supérieur 32. Ces pales ont pour but d'éviter la formation d'un vortex à l'intérieur du rotor et permettent de récupérer une partie importante de l'énergie du courant de gaz traversant le rotor. Les pales 35 pourraient être inclinées et/ou former un angle avec les plans contenant l'axe du rotor, elles pourraient aussi être profilées à la manière des pales d'une turbine. Le rotor ainsi constitué est assimilable au rotor d'un compresseur centrifuge qui fonctionnerait en turbomachine réceptrice prélevant de l'énergie à un flux de fluide continu pour la transformer en énergie mécanique.

Cette construction du rotor permet de supprimer le vortex, qui se formerait à l'intérieur du rotor si celui-ci était dépourvu des pales 35, et par conséquent, de récupérer l'énergie qui serait autrement perdue dans le vortex et, par réduction de la vitesse des gaz, de diminuer l'usure par abrasion et les pertes de charge.

Le rotor est entouré par une rangée circulaire d'aubes directrices verticales 36 régulièrement espacées autour du rotor. Ces aubes sont munies à leurs extrémités de pivots 38 logés dans des trous d'un anneau supérieur 40 fixé sur l'extrémité supérieure de l'enveloppe et d'un anneau inférieur 42 monté sur le bord supérieur d'une trémie tronconique 44 placée sous le rotor, dans la partie tronconique de l'enve-

loppe, et supportée par des pieds 46 fixés sur l'enveloppe.

Les pivots supérieurs sont munis de leviers 48 reliés entre eux par une cerce de telle sorte que, quelle que soit leur orientation, toutes les aubes forment le même angle avec le plan radial respectif. Un actionneur agissant sur la cerce, permet de régler à distance l'orientation des aubes.

Le fonctionnement du sélecteur décrit est le suivant :

Le courant de gaz chargé des particules à trier s'écoule de bas en haut dans le conduit 14. Lorsqu'il atteint l'extrémité supérieure du conduit, il est soumis à une détente brusque du fait de la différence importante des diamètres du conduit et de l'enveloppe qui l'entoure à ce niveau. Il en résulte une diminution de la vitesse du gaz qui permet aux particules les plus grosses de tomber au fond de l'enveloppe, dans l'espace annulaire ménagé entre l'extrémité du conduit et l'enveloppe, et d'être évacuées par l'orifice 12. Un ou plusieurs déflecteurs 50 peuvent être fixés sur la trémie 44, au-dessus du conduit 14, pour améliorer cette séparation.

Le courant de gaz s'élève ensuite jusqu'à la partie supérieure de l'enveloppe 10, en conservant une vitesse pratiquement constante, puis s'écoule entre les aubes 36, qui lui communiquent un mouvement circulaire, et pénètre dans le rotor par les canaux ménagés entre les pales 28. Les particules dont les dimensions sont inférieures au diamètre de coupure sont entraînées dans le rotor par le courant gazeux et évacuées avec celui-ci par le conduit 18 qui est relié à l'ouïe d'aspiration d'un ventilateur à travers un dépoussiéreur permettant de séparer les particules du courant gazeux. Les particules dont les dimensions sont supérieures au diamètre de coupure sont maintenues à l'extérieur du rotor par la force centrifuge et tombent par gravité dans la trémie 44, à travers une fente annulaire ménagée entre le rotor et l'anneau 42. Si une de ces grosses particules pénètre accidentellement dans l'un des canaux du rotor, elle sera rejetée vers l'extérieur puisque le profil de ces canaux est conçu pour que la force centrifuge s'exerçant sur une telle particule excède la traînée sur toute la longueur du canal. Les particules recueillies dans la trémie 44 sont évacuées par le conduit 45.

Comme on l'a indiqué plus haut, une partie au moins des particules à trier pourraient être introduites par une ou plusieurs entrées 17 disposées au-dessus de l'anneau 32 du rotor et projetées par la force centrifuge contre une jupe entourant l'anneau 32 pour tomber ensuite dans l'espace entre les aubes 36 et le rotor et être mises en suspension dans le courant gazeux circulant transversalement.

Le diamètre de coupure dépend, pour un débit de gaz donné, de la vitesse de rotation du rotor. Celle-ci est maintenue à la valeur choisie par régulation de la vitesse du moteur 26. Etant donné que, grâce aux dis-

positions de l'invention, la puissance transmise au rotor par le courant de gaz qui le traverse peut être supérieure à celle qui est nécessaire pour le faire tourner à la vitesse de consigne, le moteur 26 doit pouvoir fonctionner en frein avec régulation de vitesse. L'orientation des aubes 36 est ajustée, en fonction de la vitesse du rotor, de telle sorte que la composante tangentielle de la vitesse du gaz et des particules à la périphérie du rotor soit approximativement égale à la vitesse périphérique du rotor ; ce réglage peut être effectué manuellement ou automatiquement. Cette mesure permet d'éviter les chocs des particules sur les pales du rotor et d'obtenir une vitesse de fluide homogène sur toute la largeur des canaux entre pales du rotor.

Pour certaines utilisations, il est possible, grâce à l'invention, de supprimer le moteur 26, le rotor étant alors monté fou. Dans ce cas, la vitesse du rotor est maintenue à la valeur de consigne correspondant au diamètre de coupure choisi, par réglage de l'orientation des aubes 36.

Cette possibilité conduit à des économies appréciables, parce qu'elle permet non seulement de supprimer le moteur d'entraînement du rotor mais aussi d'utiliser une structure de support plus légère pour le rotor.

Au lieu d'être admis axialement par le bas, comme dans les appareils décrits, le courant de gaz pourrait être admis tangentiellement dans l'enveloppe, au niveau des aubes 36.

Dans la forme de réalisation représentée sur les dessins, l'augmentation de section droite, de l'entrée à la sortie, des canaux ménagés entre les pales du rotor est réalisé exclusivement par augmentation de leur largeur. On pourrait envisager d'augmenter aussi leur hauteur en remplaçant la partie périphérique, plane, du disque 30 et l'anneau plan 32 par des anneaux tronconiques se faisant face par leur grande base.

Il est bien entendu que ces modifications et toute celles résultant de la substitution de moyens techniques équivalents entrent dans le cadre de l'invention.

Revendications

1. Sélecteur à air à action centrifuge comportant des aubes directrices disposées suivant les génératrices d'un cylindre fictif, à axe vertical, et aptes à communiquer à un courant de gaz pénétrant dans ledit cylindre fictif un mouvement de rotation autour de l'axe dudit cylindre, un rotor placé coaxialement à l'intérieur dudit cylindre fictif et muni de pales verticales régulièrement réparties sur sa périphérie, des moyens pour introduire les particules à trier entre les aubes et le rotor et un orifice de sortie central par où est aspiré le courant de gaz chargé des particules dont les dimen-

sions sont inférieures à une dimension prédéterminée, caractérisé en ce que le rotor comporte un second jeu de pales (35) disposées entre les pales périphériques (28) et l'axe et servant à guider jusqu'à l'orifice de sortie central du rotor les veines de gaz sortant des pales périphériques (28).

2. Sélecteur à air selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites pales (35) s'étendent sur toute la hauteur du rotor et sont disposées dans des plans radiaux ou sont inclinées par rapport à ces plans.
3. Sélecteur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la paroi terminale (30) du rotor opposée à l'orifice de sortie central est profilée de façon à favoriser l'écoulement du gaz vers ledit orifice de sortie.
4. Sélecteur selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que le rotor est monté fou et des moyens sont prévus pour régler l'orientation des aubes directrices (36) de façon à maintenir la vitesse du rotor à une valeur de consigne.
5. Sélecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les pales (28) du rotor sont profilées de telle sorte que la largeur des canaux formés entre les pales croît de l'extérieur vers l'intérieur du rotor.
6. Sélecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une trémie (44) en forme de cône inversé placée sous les aubes directrices (36) et le rotor pour recueillir les particules séparées du courant de gaz dont les dimensions sont supérieures à ladite dimension prédéterminée, une enveloppe de révolution (10) entourant les aubes directrices et la trémie et un conduit vertical pour l'amenée du courant de gaz chargé des particules à trier (14) qui est raccordé à la partie inférieure de ladite enveloppe, le conduit, la trémie et l'enveloppe étant coaxiaux, et en ce que, dans le plan où ledit conduit débouche dans l'enveloppe, le diamètre de cette dernière est nettement supérieur à celui dudit conduit, de sorte que le gaz chargé des particules est soumis, en entrant dans ladite enveloppe, à une détente favorisant la chute des particules lourdes au fond de l'enveloppe qui est munie de moyens (12) pour l'évacuation desdites particules.
7. Sélecteur selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit conduit (14) se prolonge vers le haut au-dessus du fond de l'enveloppe (10) et délimite avec celle-ci un volume annulaire où sont collec-

tées les particules lourdes.

- 5 8. Sélecteur selon la revendication 6 ou 7, caractérisé par un ou plusieurs déflecteurs annulaires (50) fixés extérieurement sur ladite trémie (44), à une certaine distance au-dessus de l'extrémité supérieure dudit conduit (14).
- 10 9. Sélecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 caractérisé en ce qu'il comporte une enveloppe (10) entourant lesdites aubes directrices (36) et délimitant avec celles-ci une chambre d'admission annulaire pour le courant de gaz, des
- 15 moyens pour introduire une partie au moins des particules à trier par le haut entre le rotor et les aubes directrices (36) et des moyens (14) pour admettre le courant de gaz dans ladite chambre soit tangentiellement, soit par le bas.
- 20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

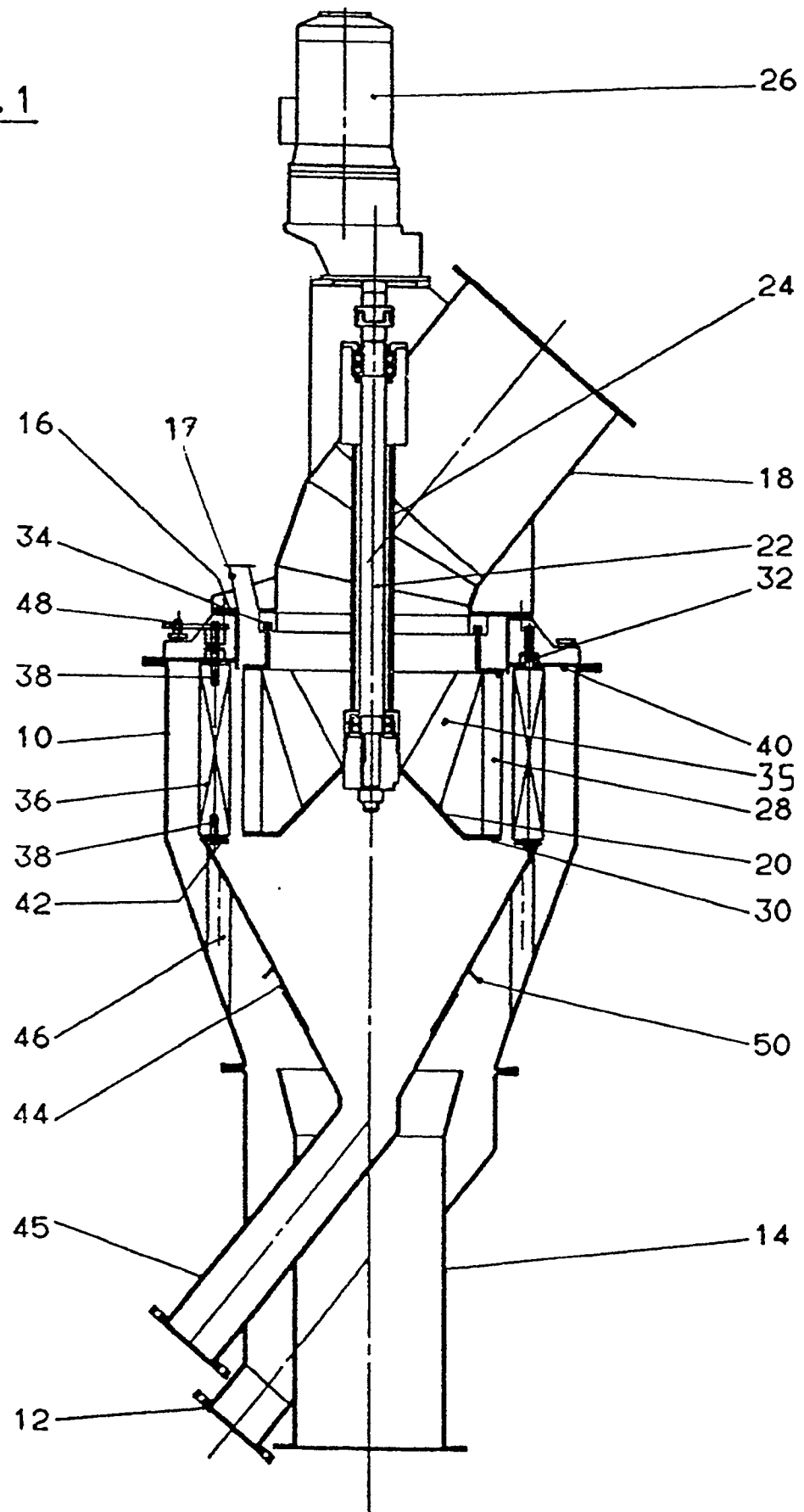


FIG. 2

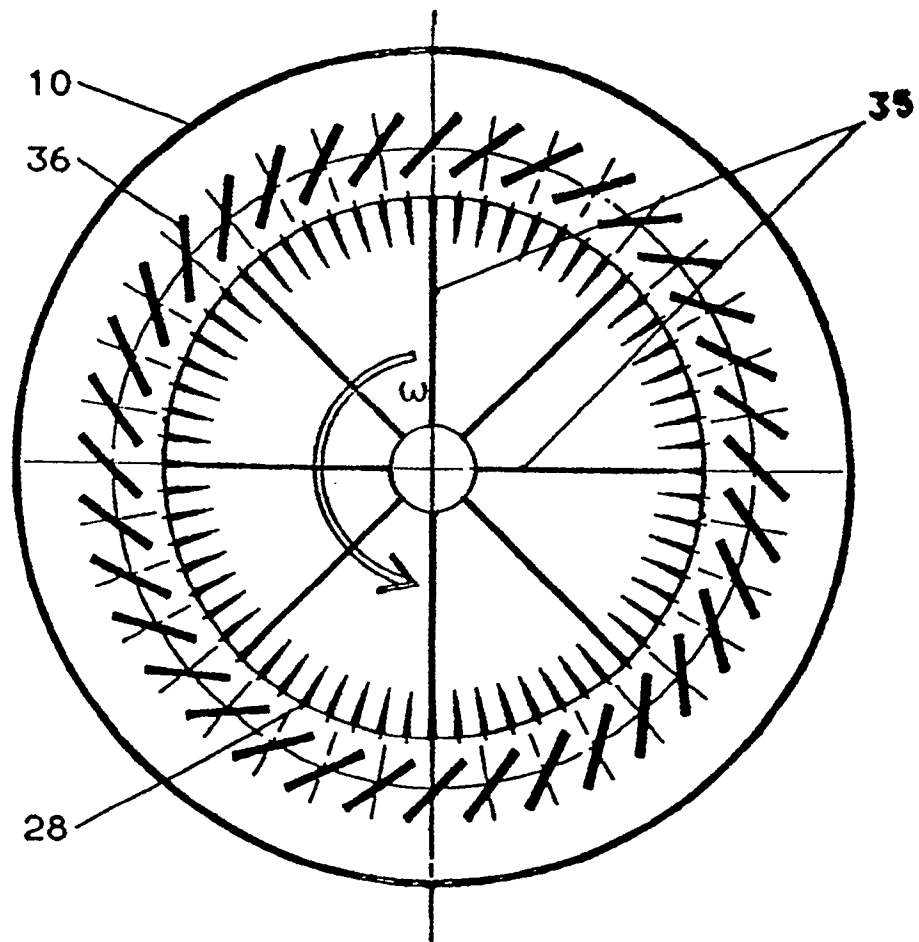


FIG. 3

