



(11) (21) (C) **2,051,661**
(86) 1990/04/19
(87) 1990/10/28
(45) 2000/02/29

(72) Poussin, Bernard, FR

(72) Lumbroso, Daniel, FR

(73) INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, FR

(51) Int.Cl.⁵ B65G 69/04

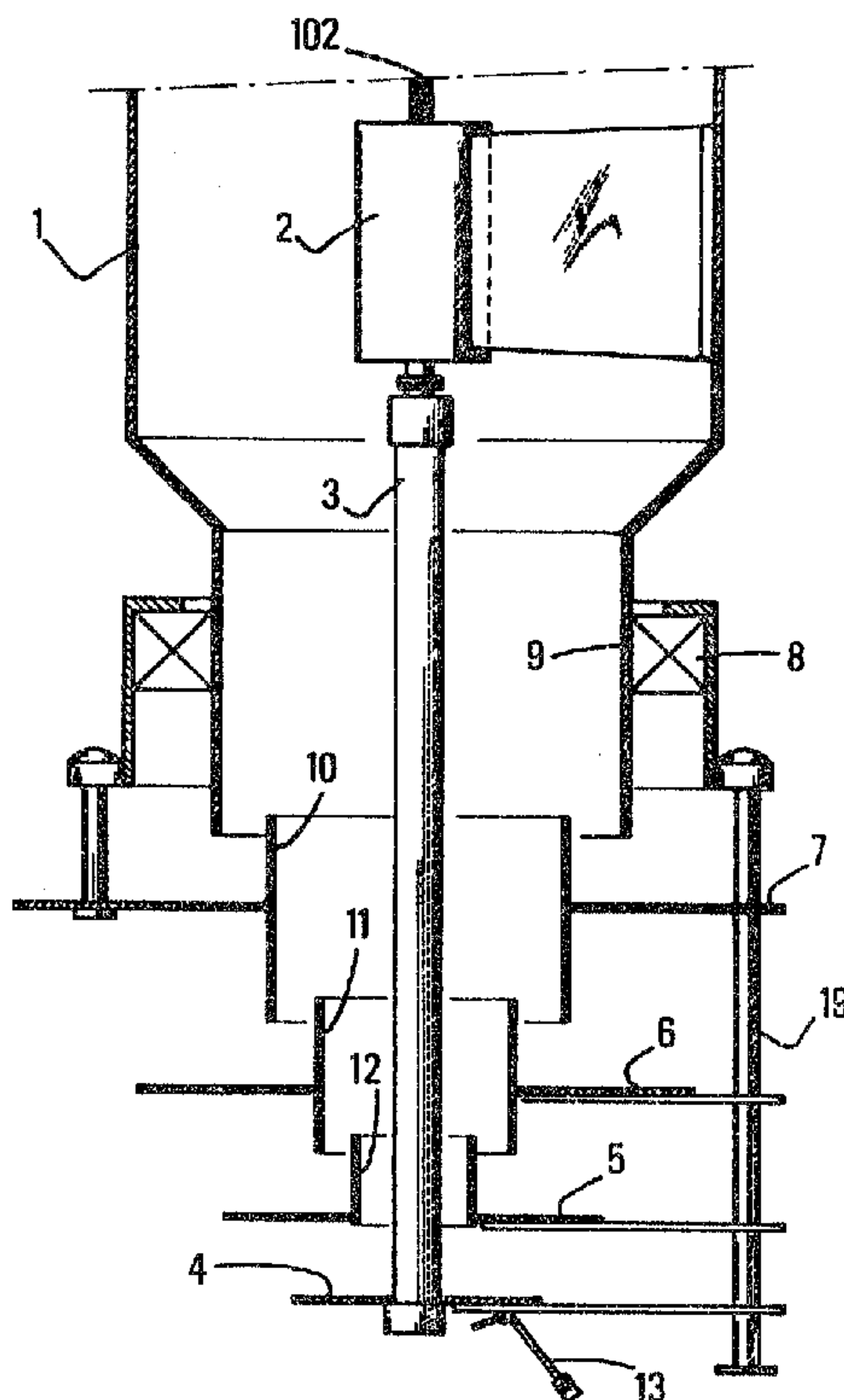
(30) 1989/04/27 (89/05780) FR

(30) 1989/07/27 (89/10287) FR

(30) 1989/10/12 (89/13469) FR

(54) **APPAREILLAGE POUR LE REMPLISSAGE D'UN RECIPIENT
PAR UN PRODUIT SOLIDE DIVISE**

(54) **APPARATUS FOR FILLING A CONTAINER WITH DIVIDED
SOLID PRODUCT**



(57) L'invention concerne un appareillage pour le remplissage d'un récipient (100) par un produit solide divisé. Il est caractérisé par une tête de dispersion comportant des plateaux (7), (6), (5) et (4) qui tournent autour d'un axe (3), la rotation dispersant dans le récipient à diverses distances de cet axe les particules de solide qui s'écoulent sur les plateaux.

PRECIS DE LA DIVULGATION:

L'invention concerne un appareillage pour le remplissage d'un récipient (100) par un produit solide divisé. Il est caractérisé par une tête de dispersion comportant des plateaux (7), (6), (5) et (4) qui tournent autour d'un axe (3), la rotation dispersant dans le récipient à diverses distances de cet axe les particules de solide qui s'écoulent sur les plateaux.

**APPAREILLAGE POUR LE REMPLISSAGE D'UN RÉCIPIENT PAR
UN PRODUIT SOLIDE DIVISÉ**

Le remplissage des récipients par des particules solides (solides granuleux) s'effectue généralement par un transvasement du solide à l'aide d'une trémie et/ou d'une manche, soit manuellement, soit mécaniquement, soit par transfert pneumatique.

En règle générale, il est d'un intérêt majeur
10 d'introduire le maximum de produit dans un volume donné, et ceci aussi bien pour diminuer le coût du stockage, que pour d'autres motifs spécifiques, comme par exemple homogénéiser ce stockage ou diminuer le volume d'air ou de gaz du conteneur. L'objet de la présente invention est de définir un appareillage qui permet de réaliser un accroissement de la quantité de solide introduite dans un certain volume.

Les stockages usuels concernent les grains de
céréales (silos), de produits alimentaires destinés à la consommation ou au bétail, à l'agroalimentaire, aux
20 engrais, aux produits chimiques, aux granulés de plastique, aux produits pharmaceutiques et/ou cosmétiques, et tout autre solide divisé (grains ou dragées, ou granulés extrudés, comprimés, agglomérés, concassés, etc). Leur autre domaine d'application est constitué par des récipients ou des réacteurs chimiques destinés à être remplis par des particules solides: catalyseurs, adsorbants, réactifs, garnissages, remplissages divers...

Dans ce cas, il est presque toujours avantageux de placer le maximum de produit solide à l'intérieur du
30 réacteur pour en augmenter l'activité par unité de volume

et donc l'efficacité et la durée utile de service (durée de cycle ou durée de vie).

Un procédé convenable consiste à utiliser l'appareillage décrit dans le brevet français n°2431449. Mais l'appareil de la présente invention présente d'autres avantages, et notamment des avantages particuliers que l'on comprendra mieux dans la description qui suit.

Selon la présente invention, il est prévu un appareillage pour le remplissage d'un récipient par un
10 produit divisé ou des solides divisés comportant:

- une trémie munie d'un moteur solidaire de la trémie,

- un arbre sensiblement vertical entraîné par le moteur,

- une tête de dispersion mise en rotation par le dit moteur, la tête de dispersion comportant au moins trois plateaux sensiblement parallèles et coaxiaux, et sensiblement circulaires, disposés les uns au dessous des autres et dont le rayon va en diminuant depuis le plateau
20 supérieur jusqu'au plateau inférieur,

- une série d'au moins trois tubes sensiblement en forme de cylindres concentriques, empilés et coaxiaux, coulissants, dans lesquels les solides divisés s'écoulent par gravité, chaque cylindre ayant son extrémité inférieure au dessus d'un plateau, chaque cylindre sauf le plus haut ayant son extrémité supérieure sensiblement au niveau de l'extrémité inférieure du cylindre situé au dessus, le diamètre de chaque tube étant inférieur au diamètre du tube qui le surmonte et supérieur au diamètre du tube qu'il
30 surmonte, chaque plateau étant ainsi associé à un tube autour duquel il tourne, le plateau inférieur tournant

autour de l'arbre, une partie des solides divisés s'écoulant de chaque tube dans le tube immédiatement en dessous, une autre partie des solides s'écoulant de chaque tube sur le plateau au dessus duquel il débouche, les solides divisés qui tombent sur ce plateau étant soumis à un mouvement rotatif dû à la rotation du plateau sur lequel ils sont tombés, la force centrifuge engendrée par la rotation des plateaux permettant d'éjecter les solides à des distances différentes de l'axe de l'arbre, sensiblement proportionnelles au rayon du plateau à partir duquel les solides ont été projetés dans l'enceinte à remplir.

La forme des plateaux peut être sensiblement elliptique ou spiralée.

De préférence, le diamètre de chaque tube, à l'exception du tube supérieur, est inférieur au diamètre du tube qui le surmonte et, à l'exception du tube inférieur, supérieur au diamètre du tube qu'il surmonte, chaque plateau, à l'exception du plateau inférieur, étant ainsi associé à un tube autour duquel il tourne, le rayon du tube étant inférieur à la plus petite distance entre le bord extérieur du plateau et l'axe autour duquel ledit plateau tourne, une partie des solides divisés s'écoulant de chaque tube inférieur, dans le tube immédiatement en dessous, une autre partie des solides s'écoulant de chaque tube sur le plateau au dessus duquel il débouche.

Des modes de réalisation préférentiels vont être maintenant décrits à titres d'exemples non limitatifs.

La figure 1 illustre l'invention. L'appareil est constitué d'une trémie d'alimentation fixe (1) renfermant de préférence en son centre un moteur (2) par exemple

3a

pneumatique, alimenté éventuellement par un gaz (de l'air par exemple). Ce moteur est solidaire de la trémie. Le moteur (2) entraîne un arbre (3) qui met en rotation une tête de dispersion à laquelle cet arbre est fixé. Cette tête de dispersion comporte au moins deux plateaux, de préférence au moins trois ou quatre plateaux. Sur la figure 1, on a représenté quatre plateaux (4), (5), (6) et (7), généralement solidaires entre eux, par exemple par l'intermédiaire d'un support, par exemple la tige (19) sur la figure 1.

Les solides pulvérulents s'écoulent par gravité de haut en bas à travers une série de tubes (au moins deux tubes, et de préférence au moins 3 ou 4) concentriques et dont le diamètre diminue de haut en bas. Ainsi les solides s'écoulent d'abord dans le tube (9) puis dans des tubes concentriques coaxiaux (10), (11) et (12) de diamètre de plus en plus petit. Ces tubes peuvent être démontables et coulissants si nécessaire.

À chaque changement de tube, une partie au moins des solides granuleux tombent sur un des plateaux 7), (6), (5) et (4). Le plateau (7) tourne autour du tube (10) et il est alimenté par le tube de descente (9), fixe de préférence et relié lui-même au palier (8). Les autres tubes de descente des solides (10), (11) et (12), fixes ou mûs d'un faible mouvement de rotation de préférence, et de diamètre de plus en plus petit, créent des espaces annulaires concentriques permettant aux grains ou aux solides d'alimenter respectivement les plateaux (6), (5) et (4). Les plateaux (6) et (5) tournent respectivement autour des tubes (10), (11) et (12). Le plateau (4) tourne autour de l'arbre (3). Sous l'effet de la force centrifuge, les

3b

particules solides sont projetées dans le volume à remplir. Les plateaux (7), (6), (5), (4) pourront être équipés (voir figure 2) d'au moins un déflecteur. Lorsqu'on utilise plusieurs déflecteurs, ceux-ci peuvent être identiques ou différents, souples ou durs (tel(s) que (14), (15), (16) sur la figure 2, dont l'usage est de favoriser la dispersion et la projection des grains). La figure 2 représente un plateau, ici le plateau 7, en perspective. Ces déflecteurs auront des formes variées et adéquates
10 adaptées à la forme des particules pulvérulentes. Les rayons des plateaux pourront être réglables, c'est-à-dire augmentés ou diminués pour créer ou pour augmenter la largeur de la couronne de solides projetée au fond du récipient (par exemple couronnes E1, E2, E3 et E4 sur la figure 4). On dispose ainsi de plateaux facilement adaptables ou modifiables pour des essais préliminaires de remplissage. Les plateaux peuvent avoir une surface continue ou discontinue. La figure 3 illustre un plateau sur les 4 cas suivants: déflecteur (18) de la figure 2,
20 déflecteur (16) de la figure 2, plateau avec stries droites ou courbes, plateau à surface ondulée (pour un meilleur accrochage des solides).

Le plateau inférieur ((4) sur les figures 1 et 4) pourra être équipé d'un système auto régulant de débit (avec ouverture automatique) s'adaptant à la vitesse de rotation ou de remplissage (masselottes (13) sur la figure 1). Le même principe pourra équiper les autres plateaux.

En bref, l'invention concerne un appareillage pour le remplissage d'un récipient par un produit divisé ou
30 des solides divisés comportant (voir figure 1):

3c

- une trémie (1) d'un moteur (2) solidaire de la trémie,

-un arbre (3) sensiblement vertical entraîné par le moteur,

-une tête de dispersion mise en rotation par le dit moteur, la tête de dispersion comportant au moins deux plateaux, de préférence au moins 3 ou 4 (tels que (7), (6), (5) et (4) sensiblement parallèles et coaxiaux, et sensiblement circulaires, disposés les uns au dessous des
10 autres et dont le rayon va en diminuant depuis le plateau supérieur jusqu'au plateau inférieur,

-une série d'au moins deux tubes, de préférence au moins 3 ou 4, tels que (9), (10), (11) et (12) sensiblement en forme de cylindres concentriques, empilés et coaxiaux éventuellement démontables et coulissants, dans lesquels les solides divisés s'écoulent par gravité, chaque cylindre ayant son extrémité inférieure au dessus d'un plateau, chaque cylindre sauf le plus haut ayant son extrémité supérieure sensiblement au niveau de l'extrémité inférieure
20 du cylindre situé au dessus, le diamètre de chaque tube étant inférieur au diamètre du tube qui le surmonte et supérieur au diamètre du tube qu'il surmonte, chaque plateau étant ainsi associé à un tube autour duquel il tourne, le plateau inférieur tournant autour de l'arbre (3), une partie des solides divisés s'écoulant de chaque tube dans le tube immédiatement en dessous, une autre partie des solides s'écoulant de chaque tube sur le plateau au dessus duquel il débouche, les solides divisés qui tombent sur ce plateau étant soumis à un mouvement rotatif
30 dû à la rotation du plateau sur lequel ils sont tombés, la force centrifuge engendrée par la rotation des plateaux

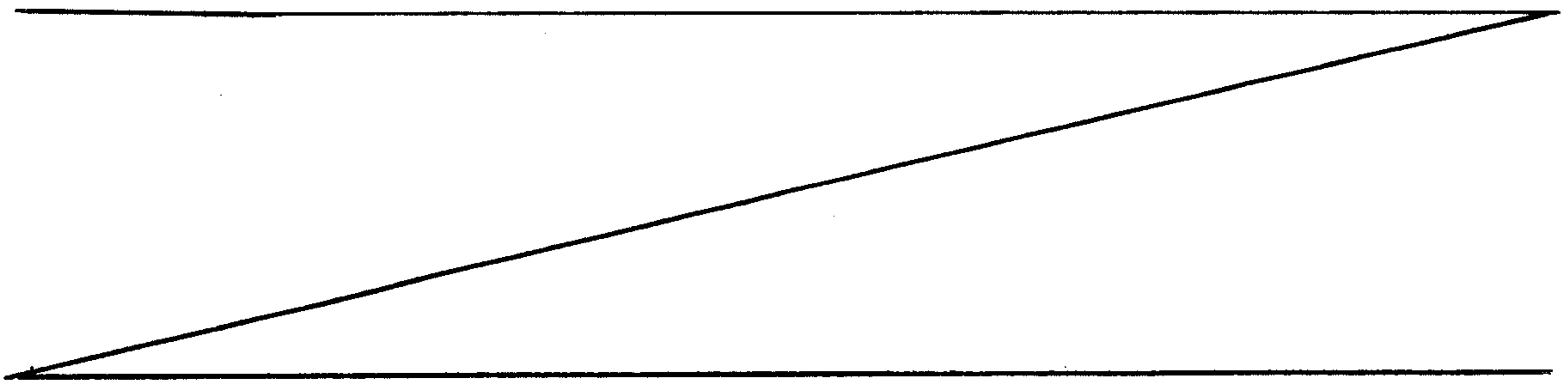
3d

permettant d'éjecter les solides à des distances différentes de l'axe de l'arbre, sensiblement proportionnelles au rayon du plateau à partir duquel les solides ont été projetés dans l'enceinte à remplir.

À noter que sur la figure 2, on a également représenté pour le plateau (7) la tige (19) solidaire du plateau 7 et comportant notamment une entretoise (105), une tige filetée (106) et le support (107) pour le repos de l'appareil au sol.

10 À titre indicatif, la vitesse de rotation d'un plateau peut varier entre 15 et 780 tours par minute.

La figure 4 illustre également l'invention. On a représenté un récipient (100) que l'on veut remplir de solides pulvérulents à l'aide de l'appareillage selon l'invention. La conduite (101) permet d'introduire les solides granuleux dans l'appareillage selon l'invention. Le goulot (103) (ou bride de réacteur) permet de fixer l'appareillage selon l'invention dans la partie supérieure de l'enceinte (100). Généralement, une grille (104) peut
20 faciliter l'écoulement des solides vers l'appareillage selon l'invention. Cette figure 4 montre clairement que chaque plateau (ou étage) arrose sa propre couronne au fond du récipient, lequel se remplit ainsi peu à peu de façon homogène.



Les avantages d'un tel système sont essentiellement les suivants :

- compacité,
- simplicité,
- 5 - sécurité intrinsèque (l'arrêt du fluide pneumatique stoppe la rotation des plateaux, donc l'écoulement),
- ventilation du milieu par la forme des plateaux déflecteurs et élimination des fines,
- homogénéité du remplissage et gain de volume élevé,
- 10 - grande plage de débits possible pour un même appareil grâce à la flexibilité $\emptyset$ trémie et $\emptyset$ plateau,
- contrôle aisé de la vitesse de rotation,
- contrôle du débit indépendant de la vitesse de rotation,
- variation du débit en continu.

15

La conception du système permet d'accepter le chargement de solides divisés de densité élevée (tels que catalyseurs lourds de densité comprise entre 2 et 4. De plus le chargement de catalyseurs poussiéreux se fait sans présence humaine à l'intérieur du réacteur.

20

On réalise ainsi des gains de remplissage de l'ordre de 10 à 35 % par rapport aux systèmes de l'art antérieur.

25

L'invention convient particulièrement bien pour alimenter en catalyseur les réacteurs de reformage, de production d'hydrocarbures aromatiques à partir de diverses charges par exemple C_2-C_3 , C_2-C_5 , C_2-C_7 , C_5-C_7 , C_2-C_{10} etc... avec des catalyseurs de type reformage ou avec des catalyseurs à base de zéolites de type MFI contenant ou non divers promoteurs, tels que par exemple le gallium.

30

Dans la présente invention, on a également découvert que la répartition du catalyseur dans le récipient était plus régulière en utilisant, dans l'appareillage de la demande principale, au moins trois plateaux de forme elliptique.

La figure 5 illustre l'appareillage.

5 Chaque plateau 4, 5, 6, 7, (alimenté par un moteur (2)) a une forme de spirale. La spirale peut être de forme continue. La continuité se fera d'un plateau à un autre ; ainsi qu'indiqué plus haut, pour un plateau intermédiaire, le rayon le plus court de la spirale pourra correspondre au rayon le plus long de la spirale du plateau du dessous. Le rayon le plus long correspond au rayon le plus court de la spirale du plateau du dessus.

10

Les plateaux pourront être pourvus de lamelles, (tubes ou profilés notamment) par exemple des lamelles radiales plates ou des lamelles radiales incurvées.

15

La figure 5 illustre une vue éclatée des plateaux. La figure 6 illustre la vue aérienne des plateaux, montrant ainsi l'aspect continu d'une spirale unique.

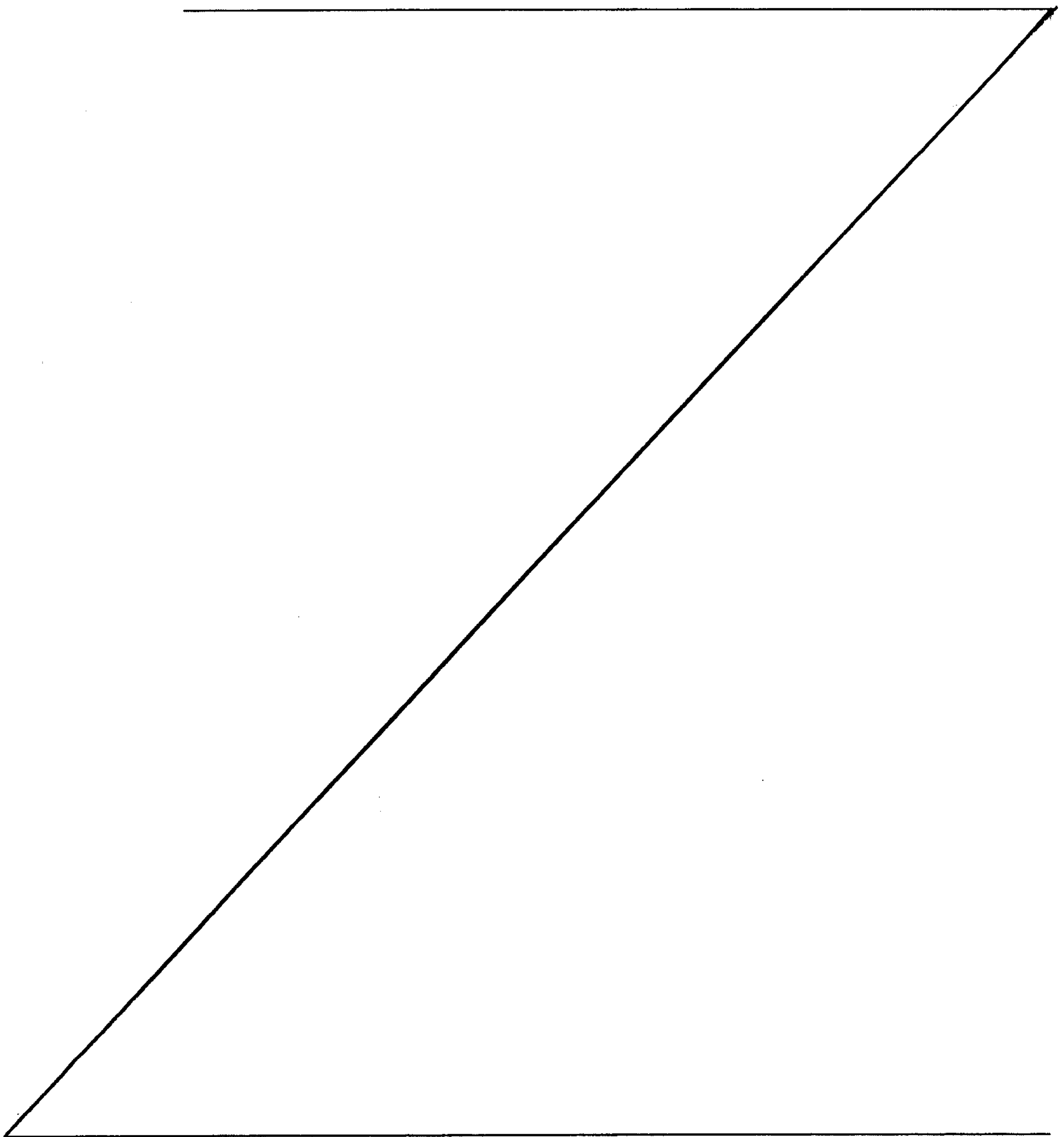
EXEMPLES

Le tableau suivant donne pour divers solides pulvérulents d'une part la densité de remplissage obtenue lorsque les solides divisés sont versés en vrac dans un récipient, et d'autre part lorsqu'ils sont introduits dans le récipient conformément à la présente invention.

Produit	Forme	Dimension mm	Densité de rempl. en vrac en Kg/litre	Densité obtenue selon l'invention en Kg/litre	Gain de volume
Catalyseur de reformage	extrudé	$\varnothing = 1,2$ $l = 4 \text{ à } 6$	0,65	0,765	22%
Catalyseur quadrilobe	extrudé	$\varnothing = 1,5$ $l = 7 \text{ à } 10$	0,58	0,73	26%
Catalyseur d'hydrogénation	billes	$\varnothing = 2 \text{ à } 4$	0,70	0,77	10%
Granulés de PVC	extrudés	$\varnothing = 3 \text{ à } 4$ $l = 4 \text{ à } 6$	1,20 à 1,93	1,5 à 2,3	19 à 25%
Engrais	granulé	$\varnothing = 1,5 \text{ à } 4,5$	0,85 à 1,05	0,98 à 1,21	15 à 16%
Riz	grain long	$\varnothing = 1,5$ $l = 8 \text{ à } 9$	0,75	0,94	25%
Blé	grain court	$\varnothing = 3$ $l = 6 \text{ à } 7$	0,76	0,875	15%
Avoine	grain long	$\varnothing = 2 \text{ à } 3$ $l = 8 \text{ à } 10$	0,56	0,69	23%
Tournesol	grain convexe plat-pointu	section convexe 6×8 $l = 10 \text{ à } 12$	0,34	0,39	15%
Catalyseurs lourds			2,1 à 3,5		15 à 25% selon la forme

6a

Il en découle une réduction de la fraction du volume intergranulaire de 20 à 50%, donc à l'augmentation de la capacité de stockage, vient s'ajouter une diminution du volume de gaz contenu dans le milieu, et s'il y a lieu une réduction de la consommation de gaz nécessaire à inerter le milieu.



REVENDICATIONS

1. Appareillage pour le remplissage d'un récipient par un produit divisé ou des solides divisés comportant:
- une trémie munie d'un moteur solidaire de la trémie,
 - un arbre sensiblement vertical entraîné par le moteur,
 - une tête de dispersion mise en rotation par le dit moteur, la tête de dispersion comportant au moins trois plateaux sensiblement parallèles et coaxiaux, et sensiblement
- 10 ment circulaires, disposés les uns au dessous des autres et dont le rayon va en diminuant depuis le plateau supérieur jusqu'au plateau inférieur,
- une série d'au moins trois tubes sensiblement en forme de cylindres concentriques, empilés et coaxiaux, démontables et coulissants, dans lesquels les solides divisés s'écoulent par gravité, chaque cylindre ayant son extrémité inférieure au dessus d'un plateau, chaque cylindre sauf le plus haut ayant son extrémité supérieure sensiblement au niveau de l'extrémité inférieure du
- 20 cylindre situé au dessus, le diamètre de chaque tube étant inférieur au diamètre du tube qui le surmonte et supérieur au diamètre du tube qu'il surmonte, chaque plateau étant ainsi associé à un tube autour duquel il tourne, le plateau inférieur tournant autour de l'arbre, une partie des solides divisés s'écoulant de chaque tube dans le tube immédiatement en dessous, une autre partie des solides s'écoulant de chaque tube sur le plateau au dessus duquel il débouche, les solides divisés qui tombent sur ce
- 30 plateau étant soumis à un mouvement rotatif dû à la rotation du plateau sur lequel ils sont tombés, la force centrifuge engendrée par la rotation des plateaux

permettant d'éjecter les solides à des distances différentes de l'axe de l'arbre, sensiblement proportionnelles au rayon du plateau à partir duquel les solides ont été projetés dans l'enceinte à remplir.

2. Appareillage selon la revendication 1, dans lequel les tubes concentriques sont fixes.
3. Appareillage selon la revendication 1, dans lequel les tubes concentriques sont montés de façon rotative par rapport à la tête de dispersion.
- 10 4. Appareillage selon l'une des revendications 1 et 3 dans lequel au moins un plateau est muni d'au moins un déflecteur.
5. Appareillage selon la revendication 4, dans lequel on peut faire varier la longueur du rayon d'au moins un plateau.
6. Appareillage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le plateau inférieur est équipé d'un système autorégulant de débit d'adaptation à la vitesse de rotation ou de remplissage.
- 20 7. Appareillage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel chacun des plateaux est équipé du même système autorégulant.
8. Appareillage selon la revendication 7, dans lequel le dit système autorégulant est composé de masselottes.

9. Appareillage selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comportant plus particulièrement au moins trois plateaux, sensiblement parallèles et coaxiaux, et sensiblement elliptiques, disposés les uns au dessous des autres et dont le rayon va en diminuant depuis le plateau supérieur jusqu'au plateau inférieur.

10. Appareillage selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel chacun desdits plateaux est de forme spiralée.

11. Appareillage selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel le diamètre de chaque tube, à l'exception du tube supérieur, est inférieur au diamètre du tube qui le surmonte et, à l'exception du tube inférieur, supérieur au diamètre du tube qu'il surmonte, chaque plateau, à l'exception du plateau inférieur, étant ainsi associé à un tube autour duquel il tourne, le rayon du tube étant inférieur à la plus petite distance entre le bord extérieur du plateau et l'axe autour duquel ledit plateau tourne, une partie des solides divisés s'écoulant de chaque tube, à l'exception du tube inférieur, dans le tube immédiatement en dessous, une autre partie des solides s'écoulant de chaque tube sur le plateau au dessus duquel il débouche.

FIG.1

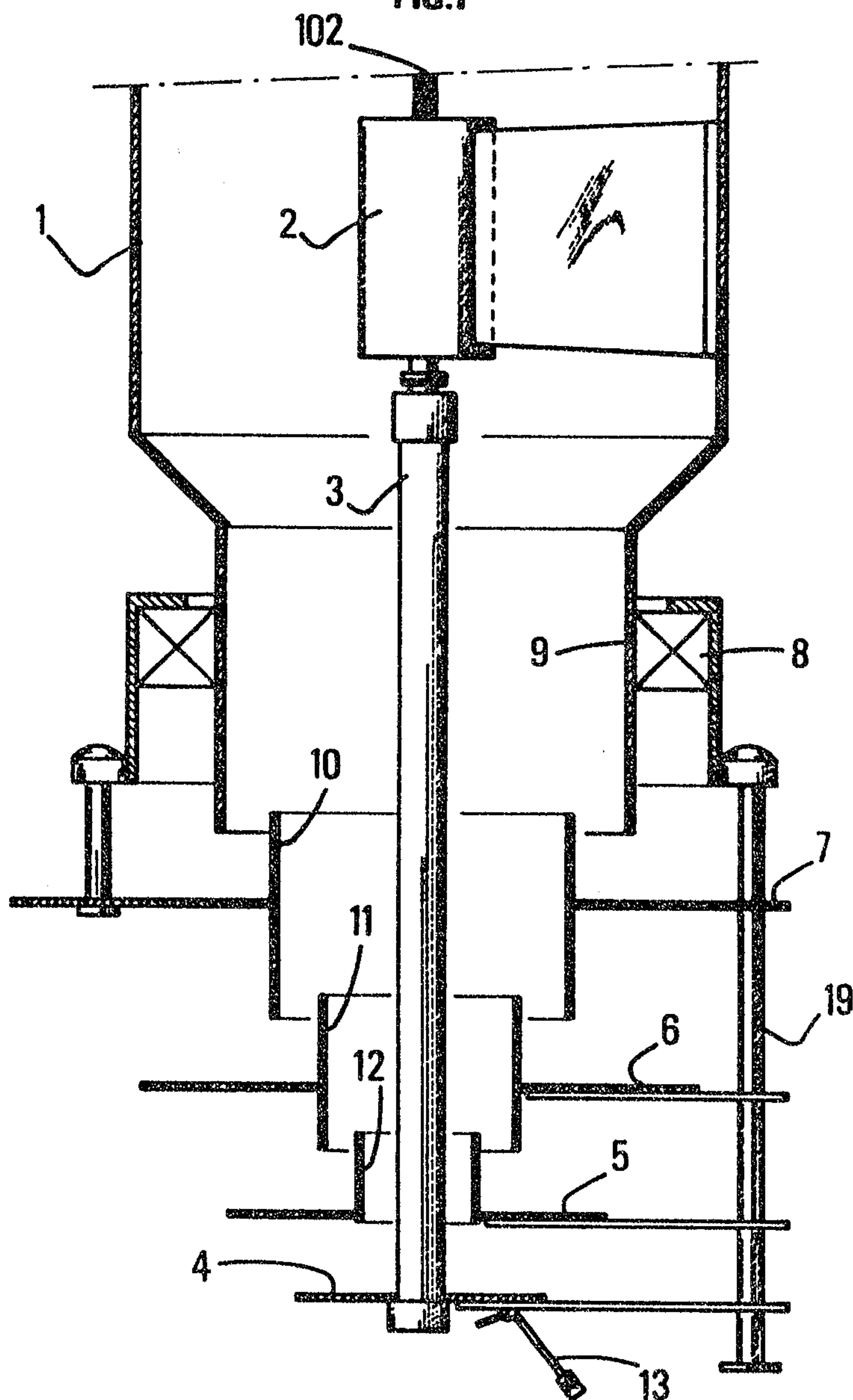
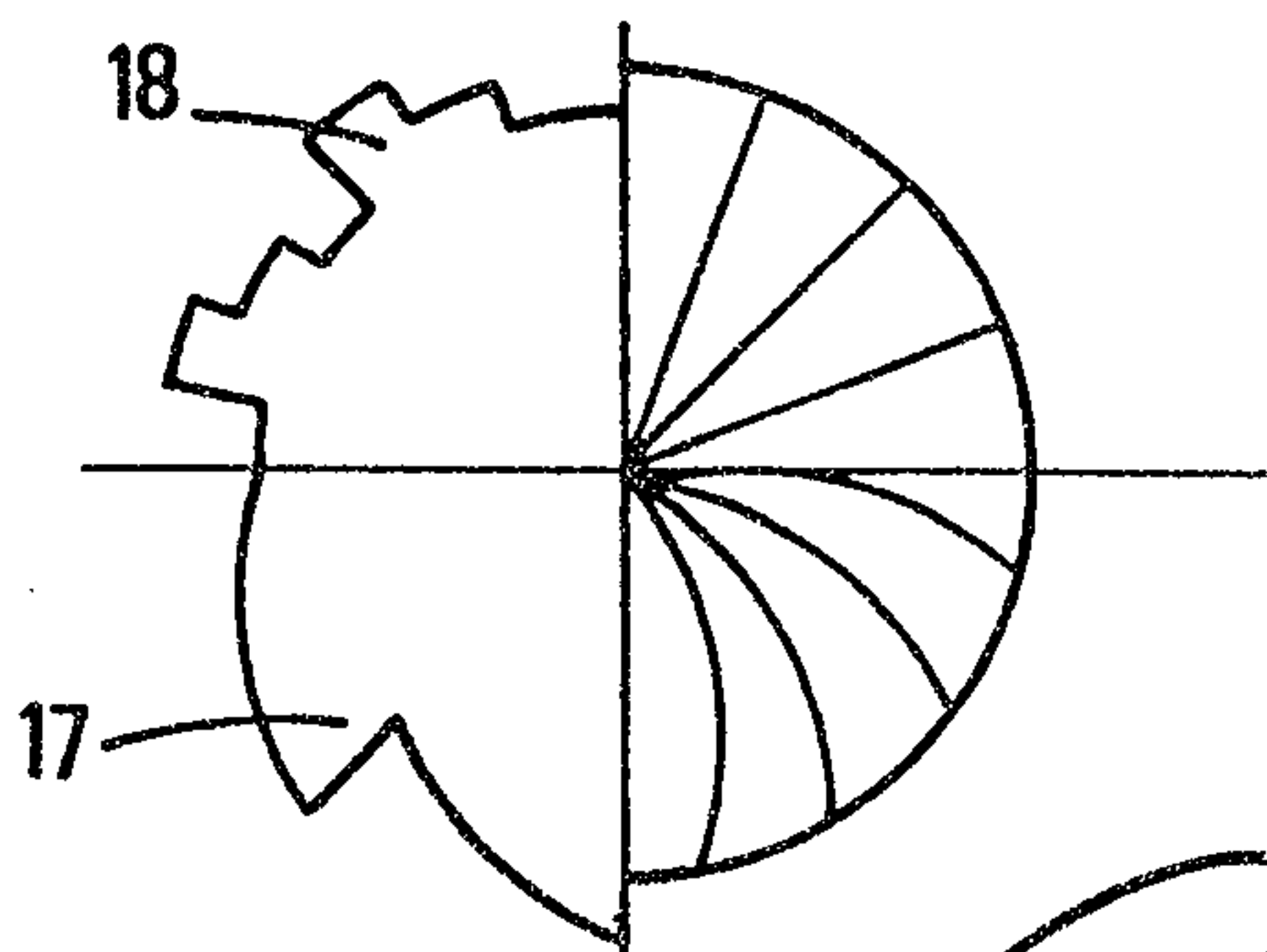


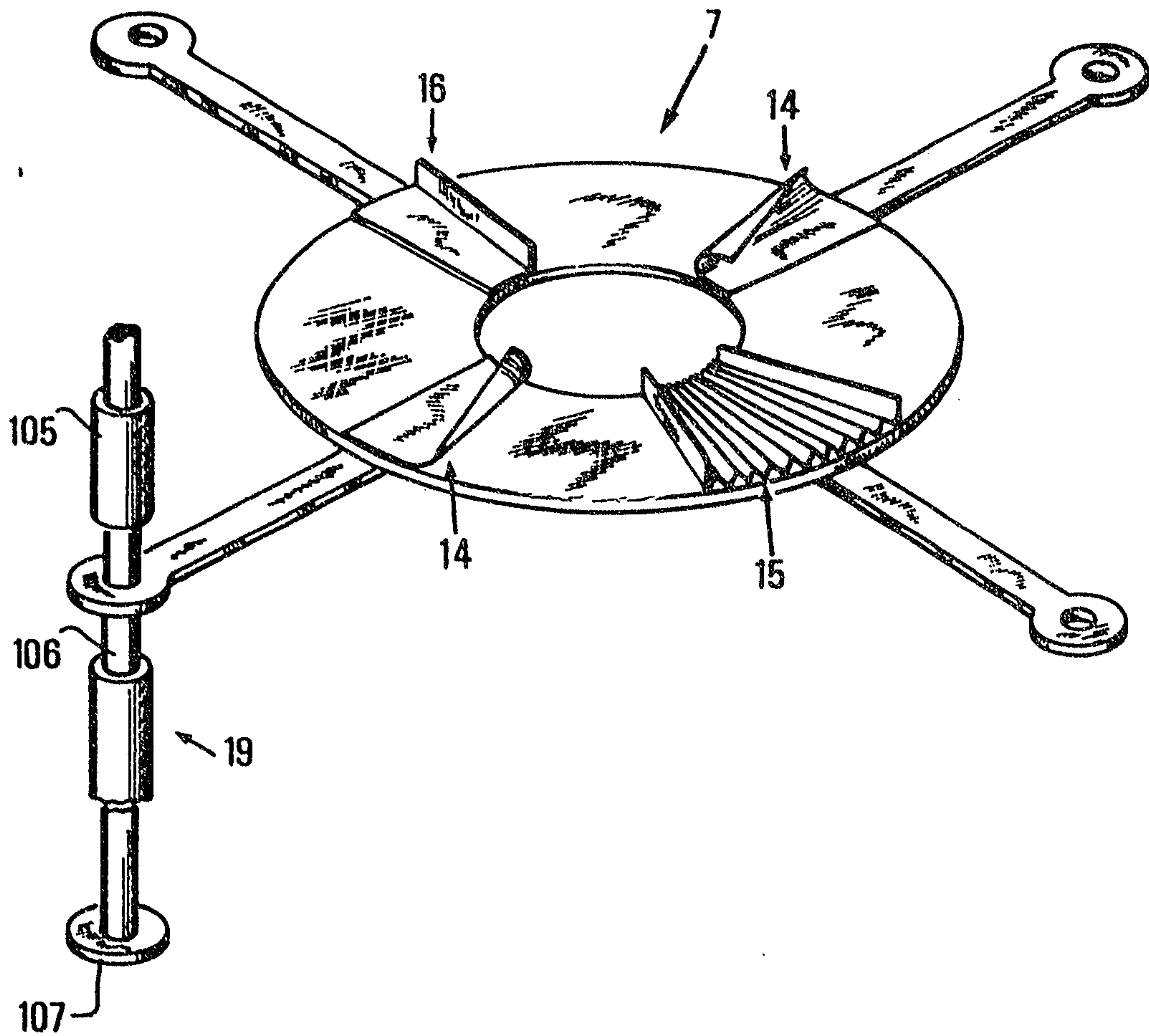
FIG.3



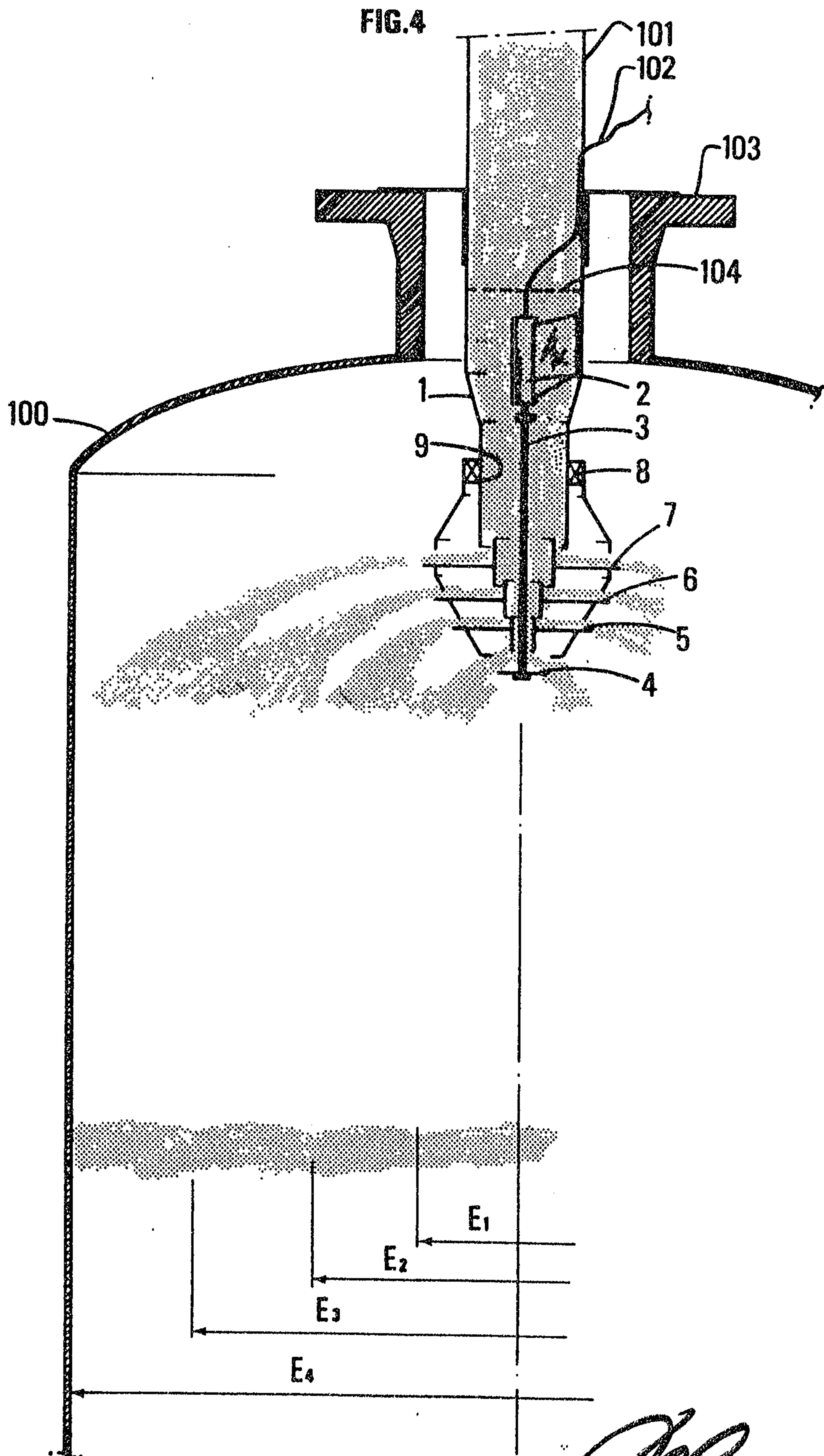
[Handwritten signature]

Agents de brevets

FIG.2



Agents de Brevets



[Signature]

Agents de Brevets

FIG.5

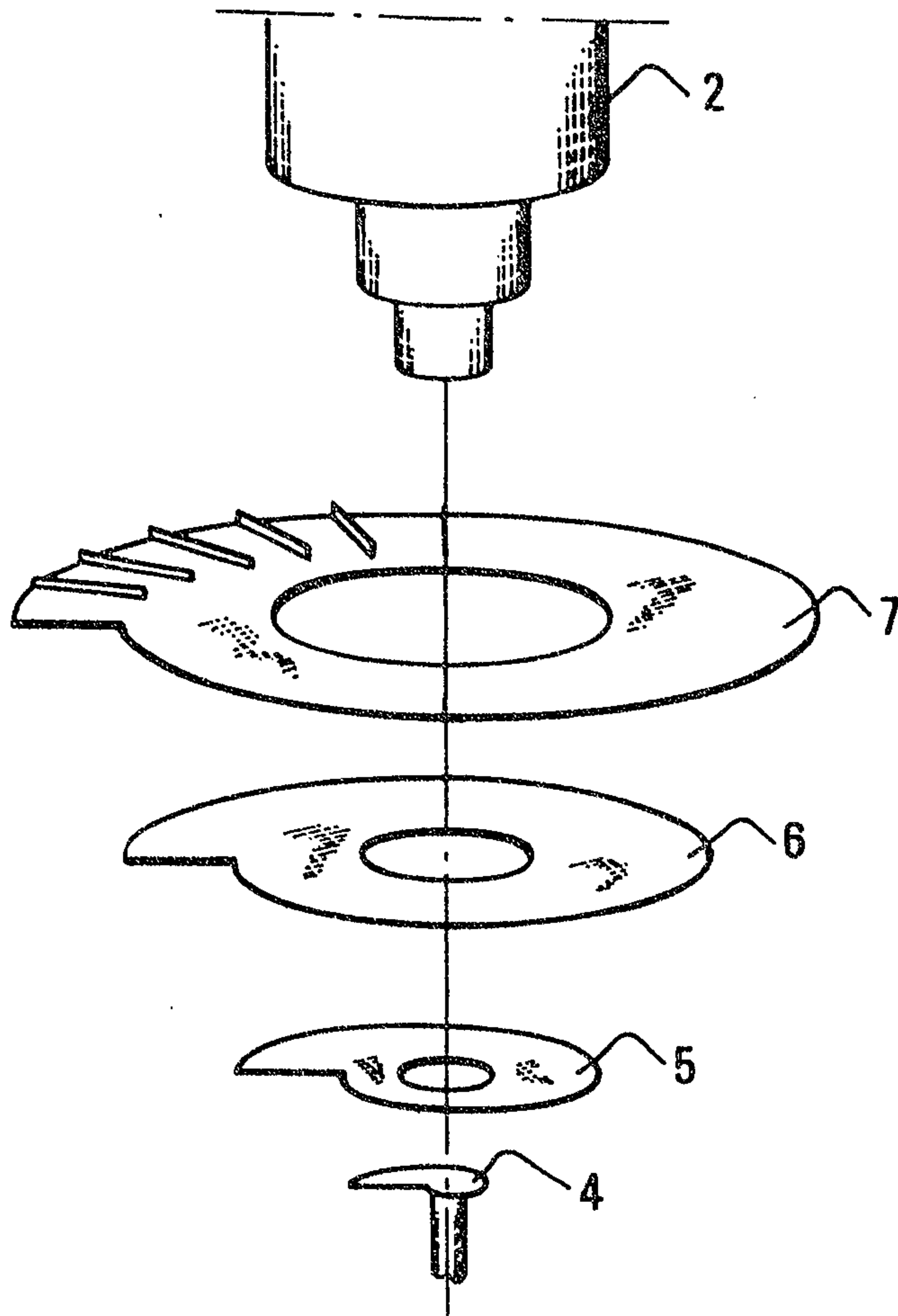
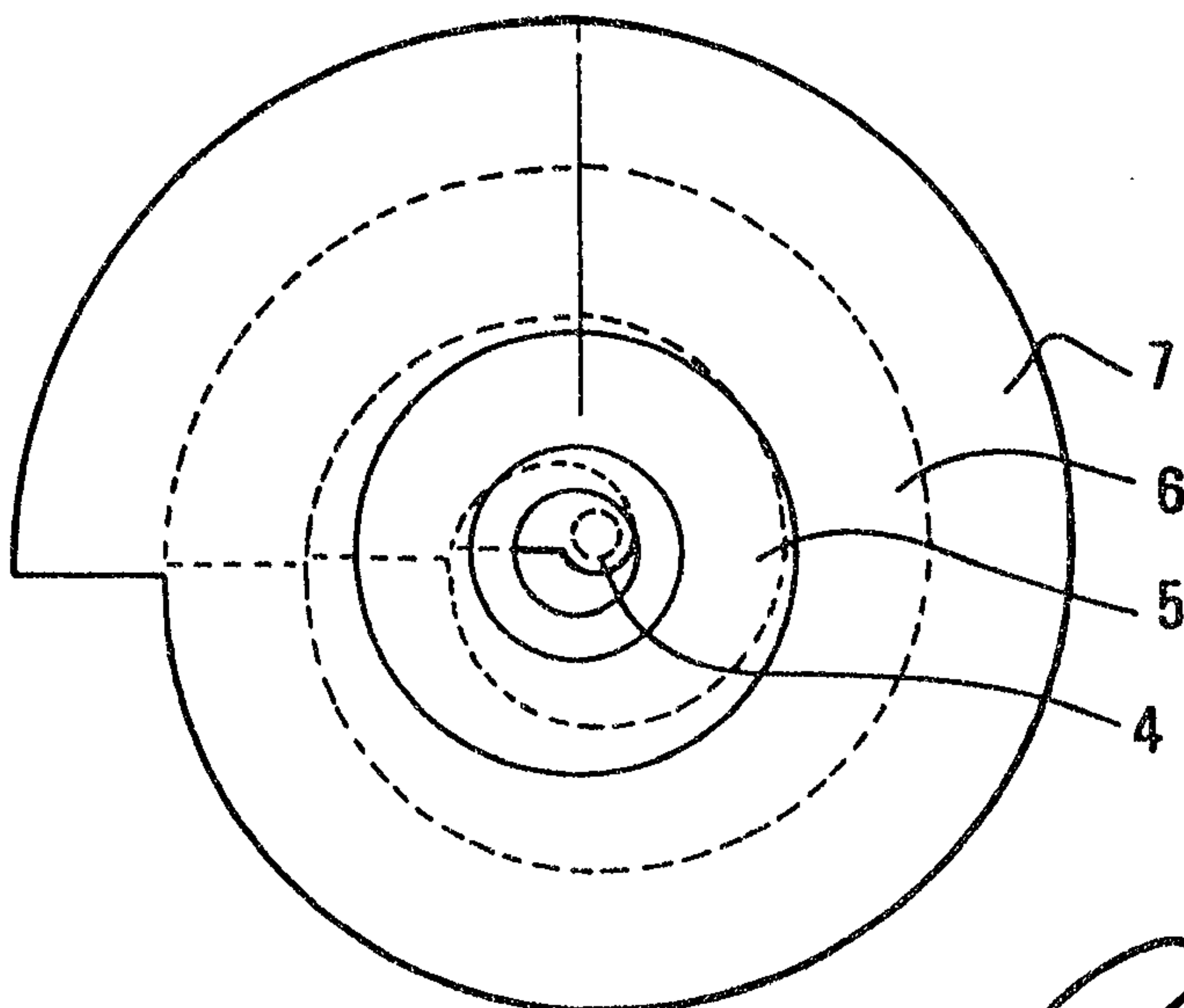


FIG.6



[Signature]
Agents de Brevets