



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
22.05.2019 Bulletin 2019/21

(51) Int Cl.:
B02C 18/06 (2006.01) B02C 23/16 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18200085.1**

(22) Date de dépôt: **12.10.2018**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **Virdis, Antoine**
1724 Ferpicloz (CH)
• **Corminboeuf, Glenn**
1564 Domdidier (CH)

(74) Mandataire: **P&TS SA (AG, Ltd.)**
Av. J.-J. Rousseau 4
P.O. Box 2848
2001 Neuchâtel (CH)

(30) Priorité: **17.11.2017 CH 13942017**

(71) Demandeur: **Frewitt fabrique de machines S.A.**
1763 Granges-Paccot (CH)

(54) **DISPOSITIF DE BROYAGE PERMETTANT UN DÉBIT DE BROYAGE ÉLEVÉ ET DE VARIER LA DISTRIBUTION DE TAILLE DES PARTICULES BROYÉES**

(57) La présente invention concerne un dispositif (1) de broyage comprenant un rotor (4) monté de manière rotative autour d'un axe (40) et comprenant une pluralité de pales (41) s'étendant perpendiculairement à l'axe (40); et un tamis (20) comprend une pluralité d'ouvertures; le tamis étant monté autour du rotor (4) de manière à tourner autour de l'axe (40) dans le sens contraire que le sens de rotation du rotor; chacune ayant une hauteur

(Ho) s'étendant parallèlement à l'axe et une largeur s'étendant perpendiculairement à l'axe (40) et étant comprise entre 1 mm et 20 mm; la rotation du rotor (4) et du tamis (20) étant ajustable de sorte à atteindre une différence de vitesse circonférentielle entre le rotor (4) et le tamis (20) comprise entre 100 m/s et 400 m/s, de sorte à réduire la taille initiale moyenne de la matière broyée d'un facteur 5 à 20.

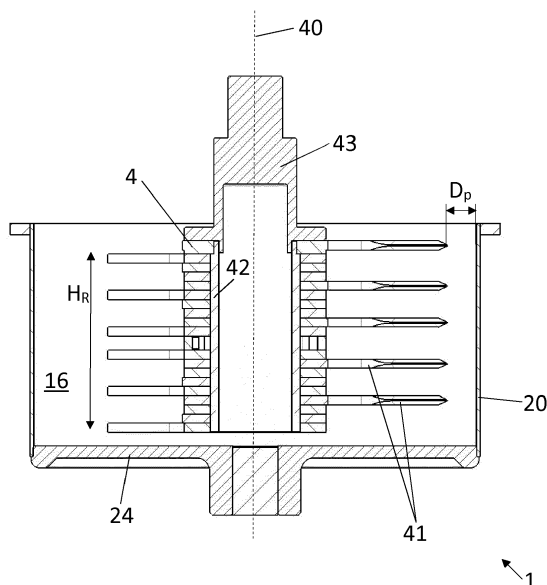


Fig. 1

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un dispositif de broyage, comportant un rotor et un tamis, permettant un débit de broyage élevé et la possibilité de varier la distribution de taille des particules broyées.

Etat de la technique

[0002] De façon générale, les systèmes connus de traitement par broyage d'une matière telle qu'une substance solide ou poudreuse destinée à la fabrication d'un produit pharmaceutique, alimentaire ou autre, utilisent un rotor monté rotatif contre une partie filtrante, ou tamis. Le matériau à granuler est frappé par le rotor et/ou pressé entre le rotor et le tamis. Le tamis permet de trier la matière broyée lors de son écoulement au travers des ouvertures.

[0003] Les tamis sont en général statiques. Ils classifient les matériaux en les faisant traverser des ouvertures qui les séparent selon la taille des particules.

[0004] Les propriétés souhaitées du matériau broyé, comme la taille des grains de particules et la vitesse d'écoulement des particules, peuvent être obtenues en sélectionnant de manière adéquate les paramètres de broyage appropriés, tels que la vitesse de rotation du rotor et la taille des ouvertures du tamis (maillage plus ou moins fin). La distribution de taille des particules broyées qui passent au travers du tamis dépend des ouvertures du tamis.

[0005] La sélection correcte des paramètres de broyage appropriés est également critique pour éviter une augmentation importante de la température qui pourrait être préjudiciable à la qualité de la matière broyée. Un autre problème est d'obtenir un débit élevé de la matière broyée au travers d'ouvertures de plus en plus petites.

[0006] La mise en oeuvre de tamis pour la séparation de poudres de plus en plus fines augmente de manière conséquente les risques de colmatage, la tension de surface de telles poudres provoquant l'adhésion de celles-ci sur les mailles de la toile et donc un encrassement rapide de celle-ci.

Bref résumé de l'invention

[0007] La présente invention concerne un dispositif de broyage pour mettre en oeuvre une opération de broyage, le dispositif comprenant une chambre de broyage destinée à recevoir une matière à broyer ayant une taille initiale moyenne; un rotor, monté dans la chambre de manière rotative autour d'un axe et comprenant une pluralité de pales s'étendant radialement par rapport à l'axe; et un tamis comprenant une pluralité d'ouvertures et configuré pour classer et/ou fractionner la matière broyée par le rotor; le tamis étant monté autour du rotor de manière à tourner autour de l'axe dans le sens contraire que

le sens de rotation du rotor; chacune des ouvertures ayant une hauteur s'étendant parallèlement à l'axe et une largeur s'étendant perpendiculairement à l'axe et comprise entre 1 mm et 20 mm; et la rotation du rotor et celle du tamis étant ajustables de sorte fournir une différence de vitesse périphérique entre le rotor et le tamis comprise entre 100 m/s et 400 m/s, de manière à réduire la taille initiale moyenne de la matière broyée d'un facteur 5 à 20.

[0008] Cette solution présente notamment l'avantage par rapport à l'art antérieur de permettre un débit de broyage élevé et la possibilité de varier la distribution de taille des particules broyées en variant la vitesse relative entre le rotor et le tamis. Une réduction sensible de la température de la matière broyée peut également être obtenue.

Brève description des figures

[0009] Des exemples de mise en oeuvre de l'invention sont indiqués dans la description illustrée par les figures annexées dans lesquelles :

la figure 1 montre une vue en coupe d'un dispositif 1 de broyage comprenant un rotor et un tamis, selon un mode de réalisation;

la figure 2 montre une vue en perspective du tamis, selon un mode de réalisation;

la figure 3 montre une vue de côté du tamis, selon un mode de réalisation;

la figure 4 montre une vue selon un coupe transversale du tamis, selon un mode de réalisation;

la figure 5 montre une vue selon un coupe transversale d'une portion du tamis de la figure 4;

la figure 6 montre une vue selon un coupe transversale du tamis, selon un autre mode de réalisation;

la figure 7 montre une vue selon un coupe transversale d'une portion du tamis de la figure 6; et

la figure 8 représente une vue en coupe transversale du tamis 20 et du rotor 4, selon une forme d'exécution.

Exemple(s) de mode de réalisation de l'invention

[0010] La figure 1 montre une vue en coupe d'un dispositif 1 de broyage selon un mode de réalisation. Le dispositif 1 comprend une chambre de broyage 16 destinée recevoir une matière à broyer ayant une taille initiale moyenne. Le dispositif 1 comprend également un rotor 4 monté dans la chambre 16 de manière rotative autour d'un axe 40. Le rotor 4 s'étend axialement le long de l'axe

40 et comporte une pluralité de pales 41 s'étendant radialement, perpendiculairement à l'axe 40. Le rotor 4 est configuré pour broyer la matière lorsqu'en rotation.

[0011] Dans l'exemple illustré, le rotor 4 est configuré verticalement dans la chambre de broyage 16 et a une hauteur H_R . Les pales 41 s'étendent à partir d'un moyeu 42. Le rotor 4 est monté solidaire (possiblement de manière amovible) sur un arbre 43 qui est entraînable en rotation par un mécanisme d'entraînement (non représenté). Les pales 41 s'étendent radialement, c'est-à-dire dans une direction sensiblement perpendiculaire à l'axe 40.

[0012] Le dispositif 1 comprend également un tamis 20 monté autour du rotor 4. Le tamis 20 est configuré pour classer et/ou fractionner la matière broyée par le rotor 4. Le tamis 20 est avantageusement monté de manière rotative autour de l'axe 40. Dans l'exemple particulier de la figure 1, le tamis 20 est monté rotatif concentrique avec l'axe 40. Le tamis 20 est supporté par une base 24 entraînable en rotation par un mécanisme d'entraînement (non représenté). Le mécanisme d'entraînement entraînant le tamis 20 peut être le même que celui entraînant le rotor 4, ou peut être différent.

[0013] La figure 2 montre une vue en perspective et la figure 3 montre une vue de côté du tamis 20, selon une forme d'exécution préférée. Selon l'exemple illustré, le tamis 20 est de forme cylindrique et comporte une pluralité d'ouvertures 21 réparties de manière sensiblement égale le long de la périphérie du tamis 20. Chacune des ouvertures 21 s'étend de manière sensiblement parallèle à l'axe 40. Selon une forme préférée, la hauteur H_0 des ouvertures 21 est sensiblement égale à la hauteur H_t du tamis 20.

[0014] Des essais pratiques ont montré qu'en variant la vitesse de rotation du rotor 4 et celle du tamis 20, des résultats granulométriques très différents peuvent être obtenus.

[0015] Selon une forme d'exécution préférée, la largeur L_0 des ouvertures 21 est comprise entre 1 mm et 20 mm. La rotation du rotor 4 et du tamis 20 est ajustable de sorte à atteindre une différence de vitesse périphérique entre le rotor 4 et le tamis 20 qui est comprise entre 100 m/s et 400 m/s. Cette combinaison permet de réduire la taille initiale moyenne de la matière broyée par un facteur allant de 5 à 20 fois, selon différence de vitesse périphérique et la largeur L_0 des ouvertures 21.

[0016] Un dispositif de broyage à marteaux conventionnel aurait nécessité plusieurs tamis différents pour obtenir une telle variété de résultats.

[0017] Selon une forme d'exécution avantageuse, la largeur L_0 des ouvertures 21 peut être comprise entre 4 mm et 8 mm.

[0018] La largeur L_0 des ouvertures 21 est donc nettement plus importante que les ouvertures d'un tamis statique utilisé dans un dispositif de broyage à marteaux conventionnel.

[0019] La figure 4 montre une vue selon une coupe transversale (c'est-à-dire, selon le plan défini par 30 dans

les figures 1 et 3), selon un mode de réalisation. La figure 5 montre une vue selon un coupe transversale d'une portion du tamis 20 de la figure 4.

[0020] L'épaisseur et du tamis 20 peut être choisie en fonction de la largeur L_0 des ouvertures 21 de manière à obtenir un effet d'impact sur les particules de la matière. De manière préférée, le tamis 20 a une épaisseur et sensiblement égale à la largeur L_0 des ouvertures 21.

[0021] Les ouvertures 21 peuvent être orientées sensiblement radialement. Dans l'exemple illustré aux figures 4 et 5, l'orientation radiale des ouvertures 21 est illustrée par la coïncidence d'un rayon 22 partant du centre du tamis 20 avec l'axe 23 de l'ouverture 21.

[0022] La figure 6 montre une vue selon un coupe transversale du tamis 20, selon un autre mode de réalisation. La figure 7 montre une vue selon un coupe transversale d'une portion du tamis 20 de la figure 6. Dans cette configuration, les ouvertures 21 sont orientées avec un angle d'inclinaison β compris entre -60° et 60° , par rapport à la direction radiale du tamis 20. Cette configuration permet une meilleure séparation entre particules broyées fines et les particules grossières pas encore suffisamment broyées.

[0023] Selon une variante, la différence de vitesse périphérique entre le rotor 4 et le tamis 20 est comprise entre 200 m/s et 300 m/s.

[0024] Le tamis 20 est configuré pour tourner dans le sens contraire que le sens de rotation du rotor 4.

[0025] Avantageusement, la vitesse périphérique du rotor 4 est préférablement de l'ordre de 50 m/s à 200 m/s, et plus avantageusement de 150 m/s à 200 m/s.

[0026] Avantageusement, la vitesse périphérique du tamis 20 est préférablement de l'ordre de 20 m/s à 200 m/s, et plus avantageusement de 50 m/s à 150 m/s.

[0027] La figure 8 représente une vue en coupe transversale du tamis 20 et du rotor 4, selon une forme d'exécution. La distance D_p entre l'extrémité distale 411 des pales 41 du rotor et le diamètre intérieur du tamis 20 devrait être la plus petite possible pour un fractionnement optimal de la matière broyée par le rotor 4, mais tout en évitant de provoquer des échauffements locaux. Cette distance D_p est aussi fonction de la taille des particules non-broyées. De manière avantageuse, la distance D_p entre l'extrémité distale des pales 41 et la dimension radiale D_i intérieure du tamis 20 est comprise entre 0.5 mm à 5 mm. Dans l'exemple de la figure 8, le sens de rotation du rotor 4 est indiqué par la flèche vide et le sens de rotation du tamis 20 est indiqué par la flèche pleine.

[0028] Il va de soi que la présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit et que diverses modifications et variantes simples peuvent être envisagées par l'homme de métier sans sortir du cadre de la présente invention.

[0029] Par exemple, le tamis 20 peut prendre une autre forme que la forme cylindrique illustrée. Il est effectivement possible que le tamis 20 soit de forme conique, en U ou toute autre forme appropriée. Le rotor 4 peut également avoir une configuration qui diffère de celle illus-

trée. Par exemple, dans une variante non représentée, le rotor 4 peut comprendre deux disques aux deux extrémités du moyeu 42 et entre lesquels s'étendent des pales.

[0030] Selon une forme d'exécution, la dimension axiale (hauteur) H_t du tamis 20 est sensiblement égale à la moitié de la dimension radiale (diamètre) D_t du tamis 20 ou sensiblement égale à la dimension radiale D_t du tamis 20.

[0031] La dimension axiale H_t du tamis 20 peut être sensiblement égale à la hauteur H_R du rotor 4, plus petite ou plus grande.

[0032] Le dispositif de broyage 1 de l'invention permet d'obtenir les avantages suivants, par rapport à un dispositif de broyage à marteaux conventionnel, notamment, une réduction sensible de la température du produit en sortie de process; une augmentation intéressante de débit de produit, notamment grâce à l'absence de risque de colmatage du tambour tournant avec grandes ouvertures; et la variation du régime de rotation du tambour permet aussi d'influencer positivement la largeur de la distribution de taille des particules broyées.

[0033] Le dispositif de broyage 1 proposé permet le réglage de plus de paramètres que dans le cas d'un moulin traditionnel, sans pour autant devoir intervenir mécaniquement sur le moulin en changeant des pièces. En effet, en jouant sur la vitesse de rotation du rotor 4 et du tamis 20, ainsi que sur leur sens de rotation respectif, différents phénomènes peuvent être créés et ce faisant, différents résultats de broyage peuvent être obtenus.

[0034] Le tamis 20 tournant, peut notamment soit générer un effet d'aspiration, soit repousser les grandes particules vers le rotor 4 soit provoquer des collisions supplémentaires avec les particules de produit, selon le choix du sens de rotation, de la taille des ouvertures 21 et de l'angle d'inclinaison β des ouvertures 21.

[0035] Les ouvertures 21 du tamis 20 tournant sont en général plutôt grandes par rapport aux ouvertures d'un tamis traditionnel. Pourtant, la rotation contraire du tamis 20 par rapport au rotor 4 produit un effet de réduction dynamique de la taille des ouvertures 21. Autrement dit, les ouvertures 21 fonctionnent alors comme si elles avaient une taille (dynamique) inférieure à leur taille effective. L'effet de réduction dynamique de la taille des ouvertures 21 permet en outre de repousser et/ou maintenir les grosses particules dans la zone de broyage (chambre de broyage 16) L'effet de réduction dynamique de la taille des ouvertures 21 permet également de multiplier le nombre de collisions entre les particules, permettant ainsi d'obtenir des tailles de particules broyées encore plus fines qu'en absence de cet effet. L'effet de réduction dynamique dépend du sens de rotation du tamis 20, de la taille des ouvertures 21 et de l'angle β des ouvertures 21, sachant que les vitesses relatives entre le tamis 20 et le rotor 4 sont beaucoup plus élevées que dans les moulins ordinaires.

[0036] Numéros de référence employés sur les figures

1	dispositif
16	chambre de broyage
2	unité de broyage
20	tamis
5 21	ouvertures
22	rayon
23	axe
24	base
3	corps
10 30	plan
4	rotor
40	axe
41	pale
411	extrémité distale de la pale
15 42	moyeu
43	arbre
β	angle d'inclinaison
D_p	distance
D_t	diamètre du tamis, dimension radiale
20 e_t	épaisseur
H_o	hauteur des ouvertures
H_R	hauteur du rotor
H_t	hauteur du tamis, dimension axiale
L_o	largeur des ouvertures
25	

Revendications

1. Dispositif (1) de broyage pour mettre en oeuvre une opération de broyage, le dispositif comprenant:

une chambre (16) de broyage destinée à recevoir une matière à broyer ayant une taille initiale moyenne;

un rotor (4), monté dans la chambre (16) de manière rotative autour d'un axe (40) et comprenant une pluralité de pales (41) s'étendant radialement par rapport à l'axe (40); et un tamis (20) comprenant une pluralité d'ouvertures (21) et configuré pour classer et/ou fractionner la matière broyée par le rotor (4);

caractérisé en ce que

le tamis (20) est monté autour du rotor (4) de manière à tourner autour de l'axe (40) dans le sens contraire que le sens de rotation du rotor (4);

en ce que chacune des ouvertures (21) a une hauteur (H_o) s'étendant parallèlement à l'axe (40) et une largeur s'étendant perpendiculairement à l'axe (40) et comprise entre 1 mm et 20 mm;

et en ce que la rotation du rotor (4) et celle du tamis (20) sont ajustables de sorte fournir une différence de vitesse périphérique entre le rotor (4) et le tamis (20) comprise entre 100 m/s et 400 m/s, de manière à réduire la taille initiale moyenne de la matière broyée d'un facteur 5 à 20.

2. Dispositif selon la revendication 1,
dans lequel la largeur des ouvertures (21) est comprise entre 4 mm et 8 mm.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, 5
dans lequel le tamis (20) à une épaisseur (e_t) sensiblement égale à la largeur (L_o) des ouvertures (21).

4. Dispositif selon l'une des revendications de 1 à 3, 10
dans lequel la hauteur (H_o) des ouvertures (21) est sensiblement égale à la dimension axiale (H_t) du tamis (20).

5. Dispositif selon la revendication 4, 15
dans lequel la dimension axiale (H_t) du tamis (20) est sensiblement égale à la moitié de la dimension radiale (D_t) du tamis (20) ou sensiblement égale à la dimension radiale (D_t) du tamis (20).

6. Dispositif selon l'une des revendications de 1 à 5, 20
dans lequel les ouvertures (21) sont orientées sensiblement radialement.

7. Dispositif selon la revendication 6, 25
dans lequel les ouvertures (21) sont orientées avec un angle d'inclinaison (β) entre -60° et 60° par rapport à la direction radiale du tamis (20).

8. Dispositif selon l'une des revendications de 1 à 7, 30
dans lequel le tamis (20) est configuré pour tourner dans le même sens que le rotor (4) ou dans le sens contraire.

9. Dispositif selon la revendication 8, 35
dans lequel la vitesse périphérique du rotor (4) est de l'ordre de 50 m/s à 200 m/s, et plus avantageusement de 150 m/s à 200 m/s.

10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, 40
dans lequel la vitesse périphérique du tamis (20) est de l'ordre de 20 m/s à 200 m/s, et plus avantageusement de 50 m/s à 150 m/s.

11. Dispositif selon l'une des revendications de 8 à 10, 45
dans lequel la différence de vitesse périphérique du rotor (4) et du tamis (20) est comprise entre 200 à 300 m/s.

12. Dispositif selon l'une des revendications de 1 à 11, 50
dans lequel la distance (D_p) entre l'extrémité distale des pales (41) et la dimension radiale (D_t) intérieure du tamis (20) est entre 0.5 mm à 5 mm.

55

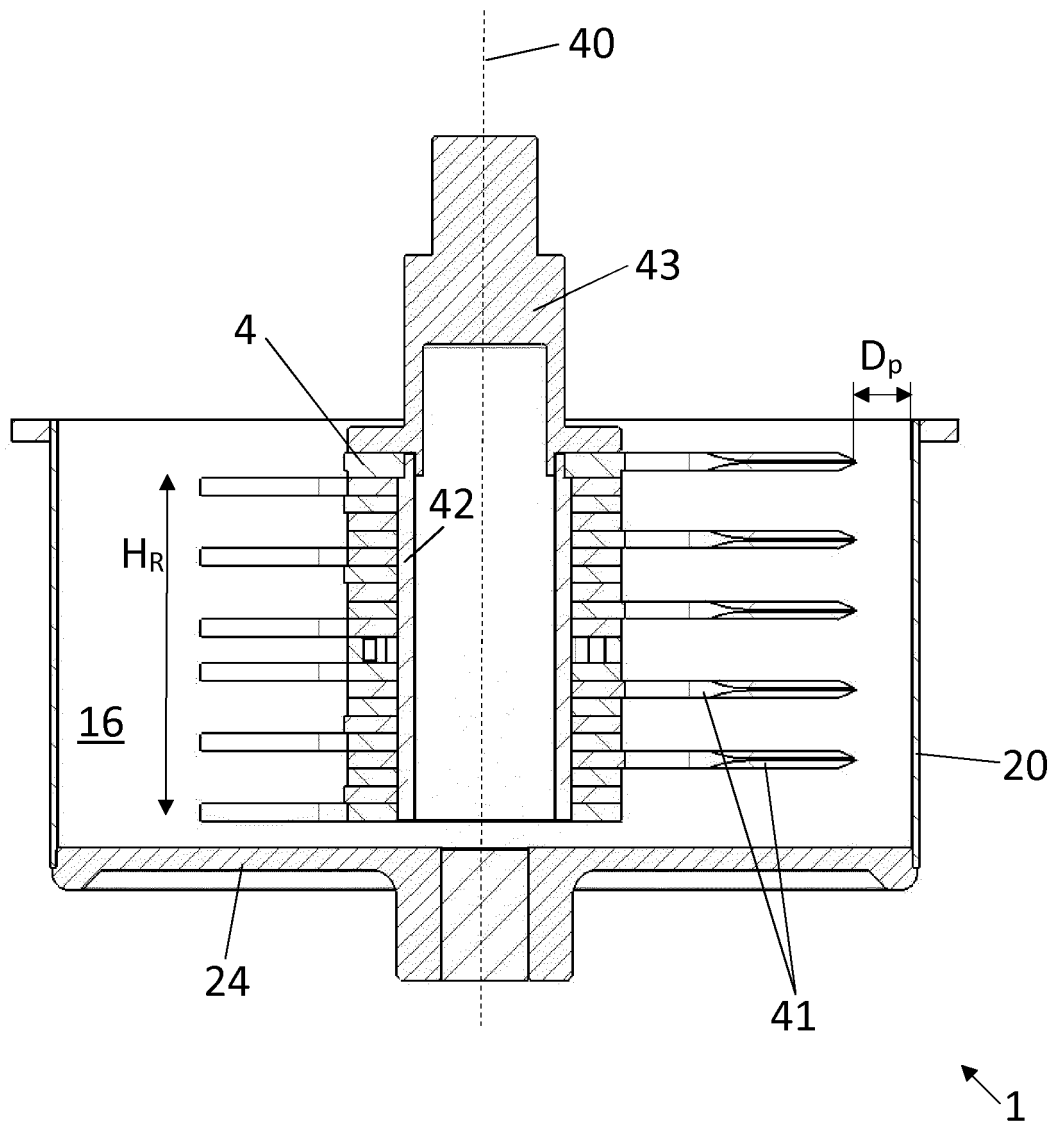


Fig. 1

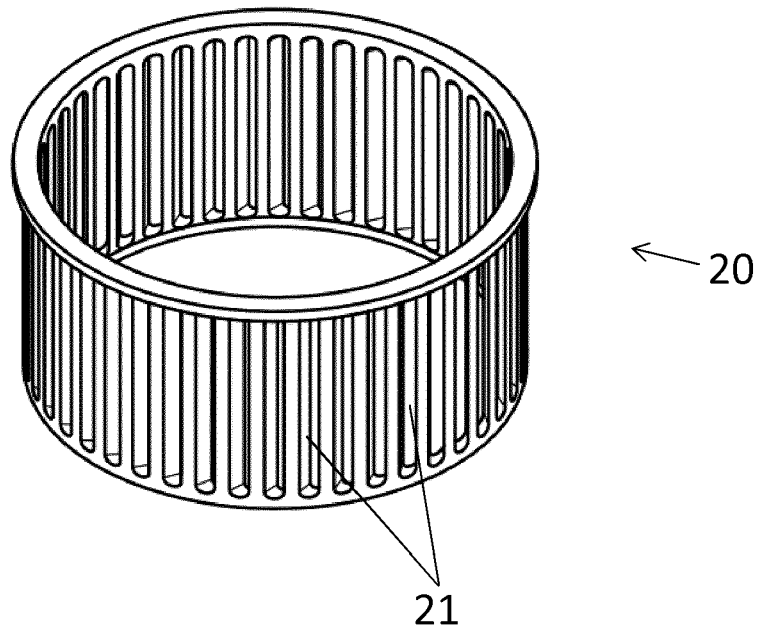


Fig. 2

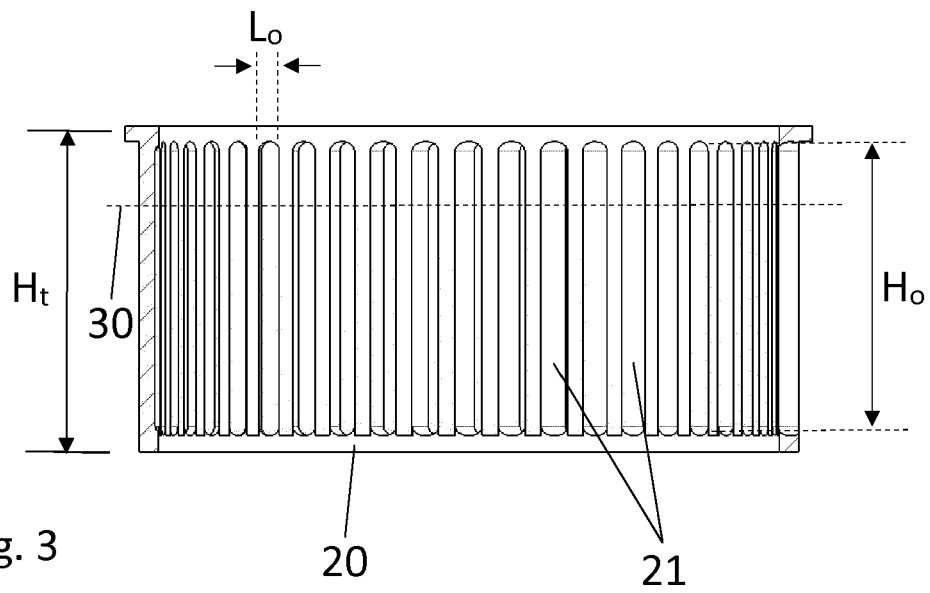


Fig. 3

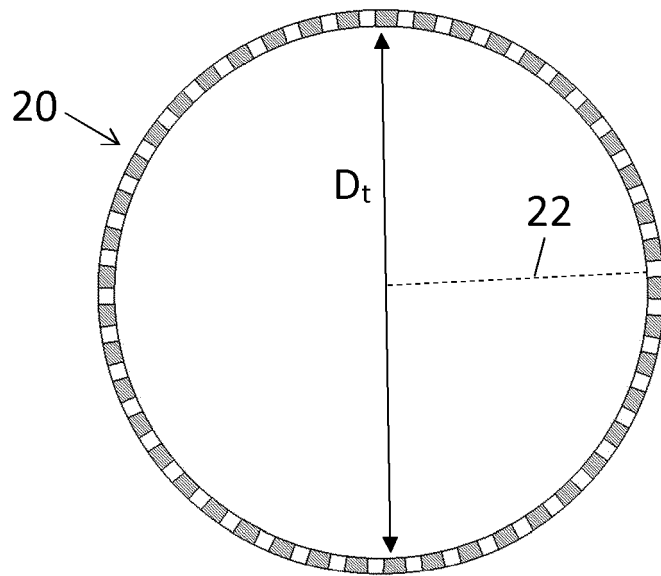


Fig. 4

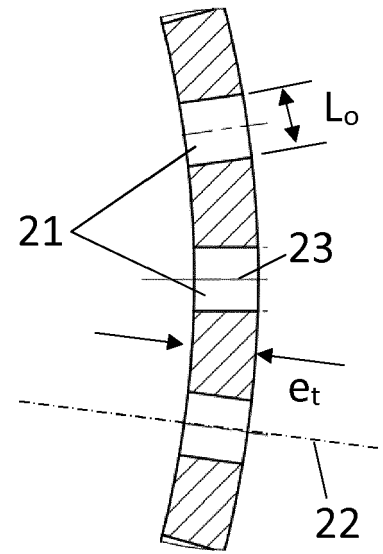


Fig. 5

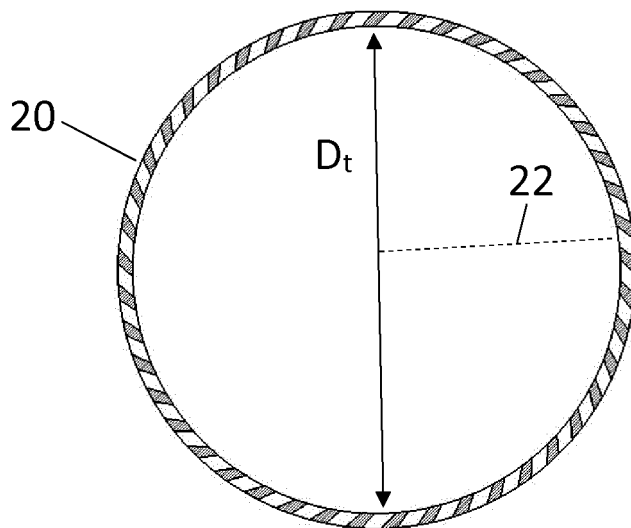


Fig. 6

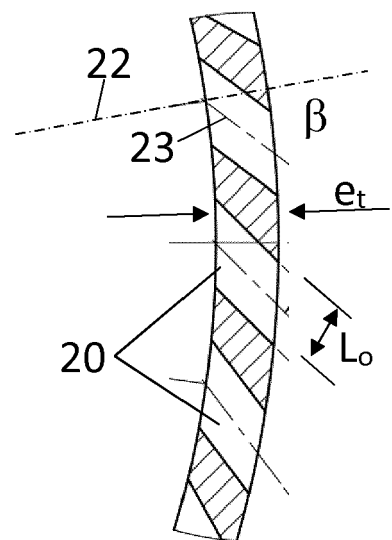


Fig. 7

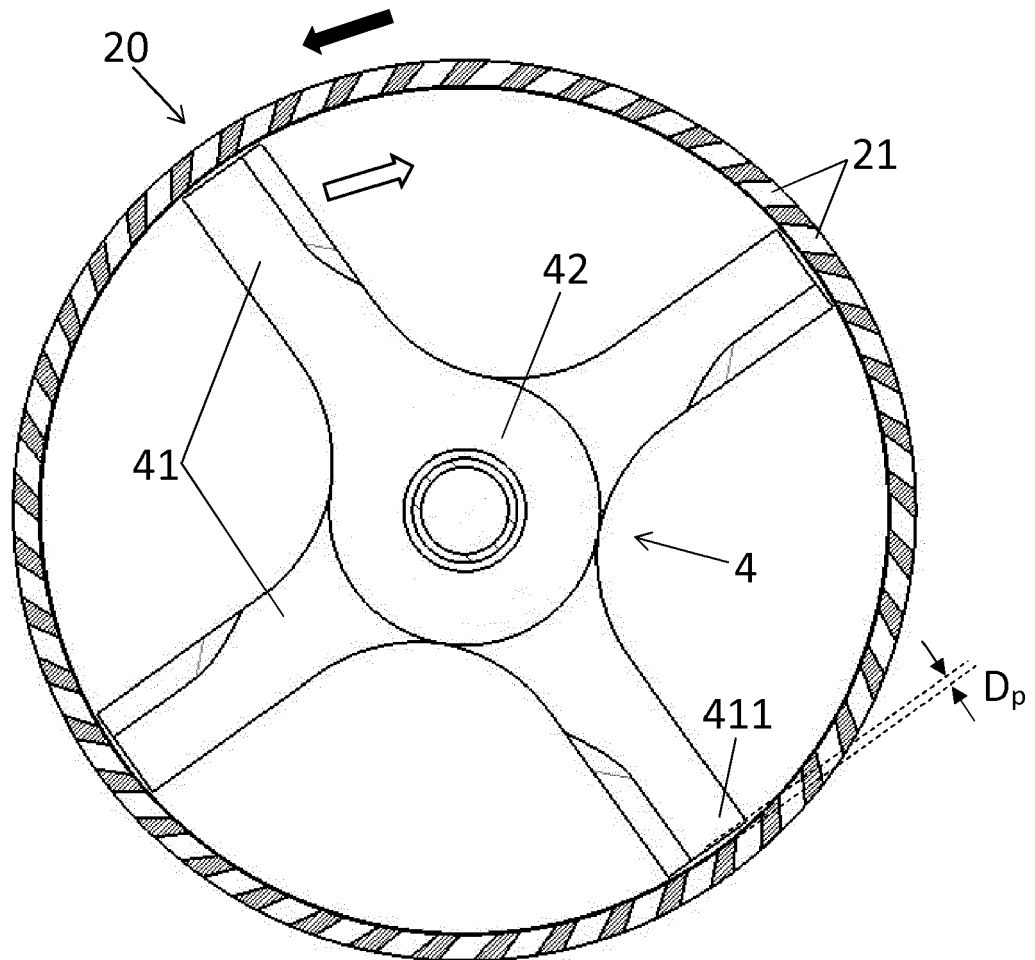


Fig. 8



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 18 20 0085

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 4 487 371 A (DAY THOMAS E [US]) 11 décembre 1984 (1984-12-11) * colonne 2, ligne 35 - colonne 4, ligne 39; figures 1,2 *	1-12	INV. B02C18/06 B02C23/16
A	US 2004/056128 A1 (UEBAYASHI SHIGEKI [JP] ET AL) 25 mars 2004 (2004-03-25) * alinéas [0007] - [0013], [0019], [0020]; figures 1-3 *	1-12	
A	US 1 286 831 A (STURTEVANT THOMAS J [US]) 3 décembre 1918 (1918-12-03) * page 1, lignes 17-74; figures 3,4 * * page 2, lignes 13-98 * * page 3, lignes 5-39 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B02C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 27 mars 2019	Examineur Iuliano, Emanuela
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 18 20 0085

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

27-03-2019

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4487371 A	11-12-1984	AUCUN	
US 2004056128 A1	25-03-2004	JP 3947913 B2 JP 2003236399 A US 2004056128 A1	25-07-2007 26-08-2003 25-03-2004
US 1286831 A	03-12-1918	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82