



(11) **EP 2 604 345 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
30.07.2014 Bulletin 2014/31

(51) Int Cl.:
B02C 15/00 (2006.01) **B02C 17/00** (2006.01)
B02C 21/00 (2006.01) **B02C 23/12** (2006.01)
B02C 23/14 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11306685.6**

(22) Date de dépôt: **16.12.2011**

(54) **Equipement de broyage**

Zerkleinerungsvorrichtung

Grinding equipment

(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**

(43) Date de publication de la demande:
19.06.2013 Bulletin 2013/25

(73) Titulaire: **Lafarge**
75116 Paris (FR)

(72) Inventeur: **Dumont, Didier**
38080 FOUR (FR)

(74) Mandataire: **Mérigeault, Shona et al**
Lafarge
Département Propriété Industrielle (DPI)
95 Rue du Montmurier
BP 9
38291 Saint Quentin Fallavier Cedex (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 0 525 423 DE-A1- 4 224 704
DE-A1- 10 050 332 US-A- 4 597 537

EP 2 604 345 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention se rapporte au domaine du broyage, et notamment du broyage des matières premières utilisées pour la fabrication de liants hydrauliques. Un exemple d'installation de broyage est par exemple décrit par le document DE 42 24 704. Cette installation de broyage comprend un premier atelier avec un premier broyeur et un deuxième atelier avec un deuxième broyeur ainsi qu'un séparateur commun aux deux broyeurs. Dans cette installation le premier broyeur est alimenté en gaz issu du séparateur commun.

[0002] La présente invention se rapporte à une installation de broyage comprenant un équipement de broyage ayant des caractéristiques particulières, à une cimenterie ou à un atelier de broyage comprenant cet équipement de broyage, à une utilisation de cet équipement de broyage et à des procédés mettant en oeuvre cet équipement de broyage.

[0003] Le broyage de différentes matières premières est connu depuis longtemps, ainsi que les équipements et les installations permettant de broyer différentes matières premières. Cependant, les besoins concernant le broyage évoluent, et il est notamment utile de broyer différents matériaux de plus en plus finement, en particulier dans le domaine des liants hydrauliques.

[0004] La finesse d'un matériau peut être caractérisée par une courbe, appelée courbe granulométrique, qui représente l'évolution du pourcentage volumique des particules en fonction de la taille moyenne des particules. Une courbe granulométrique a généralement une allure du type courbe de Gauss, c'est-à-dire une courbe en forme de cloche.

[0005] Ainsi, une courbe granulométrique augmente jusqu'à un pourcentage volumique maximal puis diminue. Une courbe granulométrique est plus ou moins étalée autour de la taille moyenne des particules qui correspond au pourcentage volumique maximal. Une courbe granulométrique est dite centrée lorsqu'elle est peu étalée de part et d'autre de la taille moyenne des particules qui correspond au pourcentage volumique maximal.

[0006] L'étalement d'une courbe granulométrique peut par exemple être évalué par la pente de Rosin Rammler (nRR). La pente de Rosin Rammler peut être déterminée en traçant une courbe représentant l'évolution, dans un repère logarithmique, du refus au tamis en fonction de la taille des particules. La courbe obtenue est quasiment une droite. La pente de cette droite est la pente de Rosin Rammler.

[0007] Pour obtenir une courbe granulométrique qui est centrée, il est souhaitable d'avoir une pente de Rosin Rammler supérieure ou égale à 1,2, et de préférence la plus élevée possible.

[0008] Lorsqu'il est souhaitable de broyer finement un matériau, il peut être difficile d'obtenir une courbe granulométrique qui est centrée. Par exemple, une courbe granulométrique typique a une pente de Rosin Rammler de 0,8 à 1,1. Une pente de Rosin Rammler supérieure

ou égale à 1,2 serait plus satisfaisante.

[0009] Les procédés de broyage existants et les équipements associés ne permettent pas d'obtenir des matériaux ayant une courbe granulométrique qui est centrée pour une surface spécifique Blaine supérieure ou égale à 7000 cm²/g.

[0010] Afin de répondre aux exigences des industriels, il est devenu nécessaire de trouver un autre moyen pour obtenir des matériaux broyés ayant une courbe granulométrique qui est centrée pour une surface spécifique Blaine supérieure ou égale à 7000 cm²/g.

[0011] Aussi le problème que se propose de résoudre l'invention est de fournir un nouveau moyen pour broyer au moins un matériau, et notamment un matériau utilisé pour la fabrication de liants hydrauliques, afin d'obtenir un matériau broyé ayant une pente de Rosin Rammler supérieure ou égale à 1,2, de préférence la plus élevée possible, et une surface spécifique Blaine supérieure ou égale à 7000 cm²/g.

[0012] De manière inattendue, les inventeurs ont mis en évidence qu'il est possible d'utiliser, pour broyer plus finement un matériau, et notamment un matériau utilisé pour la fabrication de liants hydrauliques, un équipement de broyage ayant des caractéristiques particulières et notamment comprenant un séparateur alimenté par deux entrées de gaz différentes, pour obtenir un matériau broyé ayant une surface spécifique Blaine supérieure ou égale à 7000 cm²/g et une pente de Rosin Rammler supérieure ou égale à 1,2. Cet équipement de broyage peut être compris dans une installation de broyage comprenant un premier et un second broyeur et un premier et un second séparateur.

[0013] De manière générale, un séparateur comprend une enceinte cylindrique fixe d'axe vertical, dans laquelle sont disposées une cage et des aubes. Les aubes sont disposées autour de la cage selon un cercle. Elles s'étendent sur toute la hauteur de la cage. La cage comprend des pales fixées entre un disque inférieur plein et un disque supérieur évidé. Chaque pale est orientée radialement et s'étend selon une direction substantiellement verticale sur toute la hauteur de la cage. L'espace situé entre les pales de la cage et les aubes est appelé la zone de sélection. L'espace situé entre l'enceinte cylindrique et les aubes est appelé la zone d'alimentation en gaz et en particules d'un matériau à séparer. Un séparateur est traversé par un gaz qui permet notamment de transporter les particules d'un matériau à séparer. La cage est un cylindre, ayant une hauteur et un diamètre, qui tourne sur lui-même selon son axe vertical. Les aubes sont fixes, c'est-à-dire qu'elles ne tournent pas autour de l'axe vertical de la cage. Les aubes sont orientables, par rotation sur elles-mêmes, pour ajuster la vitesse du gaz par rapport à la vitesse de rotation de la cage. Le gaz qui transporte le matériau à séparer arrive par le bas du séparateur dans la zone d'alimentation et monte verticalement. Il est dévié par les aubes, de façon à traverser la zone de sélection et atteindre les pales de la cage selon un mouvement radial, puis reprend son mouvement ascen-

dant vertical au centre de la cage.

[0014] La vitesse radiale est la vitesse de déplacement, à travers la zone de sélection du séparateur, du gaz utilisé pour transporter les particules du matériau à séparer. La vitesse radiale est exprimée en mètre par seconde. La vitesse radiale peut être calculée selon une méthode connue de l'homme du métier, en connaissant la hauteur et le diamètre de la cage (et donc sa surface d'échange) et le débit du gaz.

[0015] La vitesse tangentielle est la vitesse de rotation en périphérie de la cage du séparateur qui transmet une force centrifuge aux particules du matériau à séparer. La vitesse tangentielle est exprimée en mètre par seconde. La vitesse tangentielle peut être calculée selon une méthode connue de l'homme du métier, en connaissant le diamètre de la cage et sa vitesse de rotation en tours par minute.

[0016] La présente invention cherche à fournir au moins l'un des avantages listés ci-après :

- il est possible de broyer des matériaux à des finesses supérieures ou égales à 7000 cm²/g de surface spécifique Blaine ;
- il est possible de réduire l'énergie nécessaire pour le broyage, par exemple en optimisant les dimensions du second broyeur dans un procédé de broyage en deux étapes ;
- le matériau à broyer peut rester moins de temps dans les premier et/ou second broyeurs, pour atteindre une finesse équivalente en comparaison avec les installations de broyage connues ;
- dans le cas d'un équipement de broyage comprenant un broyeur par compression, un séparateur et une première et une seconde entrées de gaz, la première et la seconde entrées de gaz permettent une plus grande liberté dans le choix des dimensions de la cage du séparateur, et par conséquent d'avoir plus de souplesse sur le réglage de la vitesse radiale et de la vitesse tangentielle ;
- généralement, quand on augmente la vitesse tangentielle et quand on diminue la vitesse radiale de premier et/ou du second séparateur, il est possible de séparer des particules de taille moyenne plus petite.

[0017] Enfin l'invention a pour avantage de pouvoir être mise en oeuvre dans l'industrie du bâtiment, l'industrie cimentière, ou dans les stations de broyage.

[0018] L'invention se rapporte à une installation de broyage selon la revendication 1.

[0019] De préférence, le premier séparateur fonctionne à une vitesse tangentielle de 10 à 25 m/s et une vitesse radiale de 3,5 à 4,5 m/s.

[0020] De préférence, le second séparateur fonctionne à une vitesse tangentielle de 25 à 45 m/s et une vitesse radiale de 3 à 3,5 m/s.

[0021] Selon une variante de l'installation selon la présente invention, le premier broyeur et le premier sépa-

rateur sont l'équipement de broyage selon la présente invention.

[0022] L'installation de broyage selon la présente invention comprend deux ateliers, qui peuvent être reliés entre eux ou séparés par un moyen de stockage intermédiaire. Les deux ateliers peuvent être sur le même site ou sur des sites distincts. D'autre part, les deux ateliers de l'installation de broyage selon la présente invention peuvent fonctionner en même temps ou en différé. Ils peuvent fonctionner au même débit de matière ou à des débits différents.

[0023] Le premier broyeur peut être n'importe quel broyeur connu, par exemple un broyeur à boulets ou un broyeur par compression.

[0024] Le second séparateur est de préférence un séparateur de troisième génération.

[0025] L'installation selon la présente invention est une installation capable de produire des matériaux ultrafins à un débit industriel.

[0026] L'invention se rapporte également à une cimenterie selon la revendication 2.

[0027] L'invention se rapporte également à un atelier de broyage selon la revendication 3.

[0028] L'invention se rapporte également à une utilisation d'une installation de broyage selon la présente invention pour obtenir un matériau broyé final ayant une pente de Rosin Rammler supérieure ou égale à 1,2.

[0029] L'invention se rapporte également à un procédé de broyage d'un matériau brut selon la revendication 5.

[0030] La présente invention se rapporte également à un procédé de fabrication d'un liant hydraulique selon la revendication 7.

[0031] De préférence, le broyage de l'étape (i) est une opération pendant laquelle les différents matériaux sont broyés séparément.

[0032] Quand plusieurs matériaux sont à broyer, de préférence, le procédé de broyage selon la présente invention est basé sur un broyage séparé des différents matériaux de manière à optimiser le broyage pour chacun des matériaux. Les procédés de broyage connus sont des procédés de co-broyage, qui posent notamment des problèmes en termes de gestion de la finesse respective de chaque matériau à broyer. Un mélange de deux matériaux ayant des broyabilités différentes ne permet pas d'obtenir un mélange broyé avec des finesses satisfaisantes, voire des finesses optimales, pour chaque matériau. En effet, le matériau le plus facile à broyer peut être broyé plus finement que souhaité, alors que le matériau le moins facile à broyer peut être broyé plus grossièrement que souhaité. Au contraire, un broyage séparé peut permettre un broyage à la finesse souhaitée pour chaque matériau.

[0033] D'autre part, un broyage séparé peut permettre de réaliser des compositions à façon, avec une nature, une quantité et une taille contrôlée des différents matériaux.

[0034] De préférence, plusieurs installations de broyage selon la présente invention peuvent être utilisées sur

un même site pour broyer chaque matériau séparément.

[0035] La présente invention se rapporte également à un liant hydraulique comprenant des matériaux obtenus par broyage dans une installation de broyage selon la présente invention.

[0036] De préférence, les matériaux du liant hydraulique selon la présente invention ont été obtenus par broyage séparé, c'est-à-dire qu'ils ont été broyés chacun séparément, dans une installation de broyage qui est de préférence celle selon la présente invention.

[0037] Le matériau à broyer est de préférence un matériau utile pour la fabrication d'un liant hydraulique ou d'une composition hydraulique.

[0038] Le matériau à broyer est de préférence un clinker, un liant hydraulique (par exemple un ciment) ou une addition minérale (par exemple un laitier, une cendre volante, une pouzzolane ou du calcaire).

[0039] Un clinker est généralement le produit obtenu après cuisson (la clinkérisation) d'un mélange (le cru) comprenant du calcaire et par exemple de l'argile.

[0040] Un liant hydraulique comprend tout composé qui prend et durcit par réaction d'hydratation. De préférence, le liant hydraulique est un ciment. Un ciment comprend généralement au moins un clinker et du sulfate de calcium. Le clinker peut en particulier être un clinker Portland.

[0041] Les additions minérales sont généralement, par exemple, des cendres volantes (par exemple telles que définies dans la norme « Ciment » NF EN 197-1 de février 2001 paragraphe 5.2.4 ou telles que définies dans la norme « Béton » EN 450), des matériaux pouzzolaniques (par exemple tels que définis dans la norme « Ciment » NF EN 197-1 de février 2001 paragraphe 5.2.3), des fumées de silice (par exemple telles que définies dans la norme « Ciment » NF EN 197-1 de février 2001 paragraphe 5.2.7 ou telles que définies dans la norme « Béton » prEN 13263 :1998 ou NF P 18-502), des laitiers (par exemple tels que définis dans la norme « Ciment » NF EN 197-1 paragraphe 5.2.2 ou tels que définis dans la norme « Béton » NF P 18-506), des schistes calcinés (par exemple tels que définis dans la norme « Ciment » NF EN 197-1 de février 2001 paragraphe 5.2.5), des additions calcaires (par exemple telles que définies dans la norme « Ciment » NF EN 197-1 paragraphe 5.2.6 ou telles que définies dans la norme « Béton » NF P 18-508) et des additions siliceuses (par exemple telles que définies dans la norme « Béton » NF P 18-509), les méta-kaolins ou leurs mélanges.

[0042] La finesse du matériau broyé final peut être exprimée en termes de Dv97, de Dv80 ou de surface spécifique Blaine. Le Dv97 (en volume) est généralement le 97^{ème} centile de la distribution de taille des particules, c'est-à-dire que 97 % des particules ont une taille inférieure ou égale au Dv97 et 3 % ont une taille supérieure au Dv97. De même, le Dv80 (en volume) est généralement le 80^{ème} centile de la distribution de taille des particules, c'est-à-dire que 80 % des particules ont une taille inférieure ou égale au Dv80 et 20 % ont une taille supé-

rieure au Dv80.

[0043] De manière générale, le Dv97 et le Dv80 peuvent être déterminés par granulométrie laser pour les particules de taille inférieure à 200 μm , ou par tamisage préalable pour les particules de taille supérieure à 200 μm . Un appareil de granulométrie laser comprend généralement un équipement de traitement préalable du matériau à analyser, qui permet de désagglomérer les particules du matériau. En général, la désagglomération est faite par des ultra-sons en voie liquide (par exemple dans l'éthanol). Lorsque les particules ont une tendance à l'agglomération, il est recommandé de faire varier la durée des ultra-sons pour assurer la dispersion ou de changer la nature du liquide dispersant.

[0044] La surface spécifique Blaine est déterminée selon la norme EN 196-6 d'août 1990, paragraphe 4.

[0045] La surface spécifique Blaine du matériau broyé final est de préférence de 7000 à 10000 cm^2/g .

[0046] La finesse du matériau broyé final peut être :

- pour un ciment de type CEM 1 selon la norme EN 197-1 de février 2001, le Dv97 peut être de 15 à 20 μm et la surface spécifique Blaine peut être de 7000 à 10000 cm^2/g ;
- pour une addition minérale calcaire, le Dv80 peut être d'environ 6 μm ;
- pour un laitier, le Dv80 peut être de 5 à 7 μm et la surface spécifique Blaine peut être de 7000 à 10000 cm^2/g ;
- pour une cendre volante, le Dv97 peut être d'environ 7 μm .

[0047] De préférence la pente de Rosin Rammler du matériau broyé final est de 1,2 à 1,6, plus préférentiellement de 1,3 à 1,5.

[0048] L'installation de broyage et le procédé selon la présente invention peuvent par exemple permettre d'obtenir les liants hydrauliques tels que décrits dans les demandes de brevet français n° 06/04398, 07/06703, 09/01364 et 11/50676.

[0049] Quand plusieurs matériaux sont à broyer, les différents matériaux à broyer peuvent être broyés ensemble ou séparément. De préférence, les différents matériaux à broyer sont broyés séparément.

[0050] Les exemples de réalisation présentés ci-avant sont décrits plus en détails dans la description ci-après, en relation avec les figures suivantes :

- la **Figure 1** représente un exemple de réalisation d'une installation de broyage selon la présente invention ;
- la **Figure 2** représente un autre exemple de réalisation d'une installation de broyage selon la présente invention ;
- la **Figure 3** est une vue latérale avec coupe d'un exemple de réalisation de l'équipement de broyage selon la présente invention ; et
- la **Figure 4** est une coupe de l'équipement de broya-

ge de la **Figure 3** selon la ligne IV-IV.

[0051] Selon la **Figure 1**, l'installation de broyage comprend un premier atelier et un second atelier. Le premier atelier comprend un premier broyeur 11, un premier séparateur 12 et un premier filtre 13. Le second atelier comprend un second broyeur 21, un second séparateur 22 et un second filtre 23. Le premier broyeur 11 est alimenté en matière à broyer via un premier moyen de convoyage 31. Une sortie du premier broyeur 11 est reliée à une entrée du premier séparateur 12 par un deuxième moyen de convoyage 32. Une première sortie du premier séparateur 12 est reliée à une entrée du premier broyeur 11 par un troisième moyen de convoyage 33. Une deuxième sortie du premier séparateur 12 est reliée à une entrée du premier filtre 13 par un quatrième moyen de convoyage 34. Une sortie du premier filtre 13 est reliée à une entrée du second séparateur 22 par un cinquième moyen de convoyage 35. Une première sortie du second séparateur 22 est reliée à une entrée du second filtre 23 par un sixième moyen de convoyage 36. Une sortie du filtre 23 est reliée à un moyen de stockage 42 par un septième moyen de convoyage 37. Une deuxième sortie du second séparateur 22 est reliée à une entrée du second broyeur 21 par un huitième moyen de convoyage 38. Une sortie du second broyeur 21 est reliée à l'entrée du second séparateur 22 par un neuvième moyen de convoyage 39.

[0052] Les moyens de convoyage peuvent être tout moyen de convoyage connu, et par exemple un tapis transporteur, une vis sans fin ou un camion.

[0053] En ce qui concerne le fonctionnement de l'exemple de réalisation d'une installation de broyage selon la **Figure 1**, le matériau brut est broyé dans le premier broyeur 11 pour fournir un premier matériau broyé. Le premier matériau broyé est séparé dans le premier séparateur 12 pour fournir une première fraction fine et une première fraction grossière. La première fraction grossière est ensuite broyée dans le premier broyeur 11. Le premier filtre 13 est alimenté par la première fraction fine. Le filtrage réalisé par le premier filtre 13 permet de filtrer le gaz de transport du premier séparateur 12 pour fournir une première fraction fine filtrée. La première fraction fine filtrée est séparée dans le second séparateur 22 pour fournir une seconde fraction fine et une seconde fraction grossière. Le second filtre 23 est alimenté par la seconde fraction fine. Le filtrage réalisé par le second filtre 23 permet de filtrer le gaz de transport du second séparateur 22 pour fournir une seconde fraction fine filtrée. La seconde fraction fine filtrée est stockée dans le moyen de stockage 42. La seconde fraction grossière est broyée dans le second broyeur 21 pour fournir un second matériau broyé. Le second matériau broyé est séparé dans le second séparateur 22.

[0054] Selon la **Figure 2**, qui représente une variante du procédé représenté dans la **Figure 1**, l'installation de broyage peut comprendre, en outre, un moyen de stockage 41, qui peut être un silo, situé entre le premier filtre 13 et le second séparateur 22. La sortie du premier filtre

13 est reliée à une entrée du moyen de stockage 41 par un dixième moyen de convoyage 40. Une sortie du moyen de stockage 41 est reliée à l'entrée du second séparateur 22 par le cinquième moyen de convoyage 35.

[0055] En ce qui concerne le fonctionnement de l'exemple de réalisation d'une installation de broyage selon la **Figure 2**, après passage par le premier filtre 13, la première fraction fine filtrée est stockée dans le moyen de stockage 41. Cela peut notamment être le cas quand les deux ateliers ne fonctionnent pas en même temps, ne fonctionnent pas au même débit ou ne sont pas sur le même site. Dans ce dernier cas, le cinquième et/ou le dixième moyen de convoyage 35, 40 est un camion.

[0056] A titre d'exemple, le matériau brut à broyer peut avoir une taille de particules inférieure ou égale à 50 mm. La première fraction fine filtrée fournie par le premier filtre 13 peut avoir une taille de particules inférieure ou égale à 80 μm , une surface spécifique Blaine d'environ 3960 cm^2/g et une pente de Rosin Rammler d'environ 1,02. La seconde fraction fine filtrée fournie par le second filtre 23 peut avoir une taille de particules inférieure ou égale à 20 μm , une surface spécifique Blaine d'environ 8000 cm^2/g et une pente de Rosin Rammler de supérieure ou égale à 1,2.

[0057] A titre d'exemple, le débit de la première fraction fine filtrée fournie par le premier filtre 13 peut être d'environ 100 t/h. Le débit de la seconde fraction fine filtrée fournie par le second filtre 23 peut être d'environ 50 t/h.

[0058] Les **Figures 3** et **4** représentent un exemple de réalisation d'un équipement de broyage selon la présente invention. L'équipement de broyage 1 comprend un broyeur 3 et un séparateur 5 reliés entre eux. Le broyeur 3 comprend une enceinte 45 dans laquelle est disposée une table de broyage 2 cylindrique d'axe vertical, entourée par un anneau de soufflage 14 qui comprend des moyens de guidage du flux de gaz selon la direction verticale. Des galets 10 sont posés à la périphérie de la table 2. L'axe des galets 10 est positionné radialement par rapport à la table 2. Un cône 16 relie le broyeur 3 et le séparateur 5. Le broyeur 3 comprend également une première entrée de gaz 7, située dans le bas du broyeur 3 qui débouche dans l'anneau de soufflage 14. L'anneau de soufflage 14 est relié à la première entrée de gaz 7. Un moyen d'approvisionnement en matériau à broyer I permet d'alimenter le broyeur 3 en matériau à broyer.

[0059] Le séparateur 5 comprend une enceinte fixe 18 d'axe vertical dans laquelle sont disposées verticalement une cage 9 et des aubes 17. Les aubes 17 sont disposées autour de la cage 9 selon un cercle. Elles s'étendent sur toute la hauteur de la cage 9. La cage 9 comprend des pales 43 fixées entre un disque inférieur plein et un disque supérieur évidé 44. Chaque pale 43 est orientée radialement et s'étend selon une direction substantiellement verticale sur toute la hauteur de la cage 9. Les pales 43 ne se rejoignent pas au centre de la cage 9. Une zone de sélection 15 correspond à l'espace entre la cage 9 et les aubes 17. Une zone d'alimentation 6 en gaz et particules d'un matériau à séparer correspond à l'espace

entre l'enceinte cylindrique 18 et les aubes 17. L'enceinte 45 du broyeur 3 débouche à son extrémité supérieure dans la zone d'alimentation 6 par un passage 46. Le séparateur comprend en outre une seconde entrée de gaz 8. La seconde entrée de gaz 8 se situe au niveau de l'enceinte 18 du séparateur 5. La seconde entrée de gaz 8 peut être sous forme de registres à vannes, dont la position est ajustable pour régler le débit de gaz additionnel. Un moyen de convoyage II permet d'évacuer le matériau broyé final du séparateur 5.

[0060] En fonctionnement, le matériau à broyer est alimenté par le moyen d'approvisionnement I au centre de la table 2 du broyeur 3. La table 2 tourne autour de son axe pendant le broyage. La vitesse de rotation de la table 2 du broyeur 3 peut être fixe ou ajustable. Pendant le broyage, le matériau se déplace depuis le centre de la table 2 vers l'extérieur de la table 2.

[0061] Les galets 10 tournent sur leur axe horizontal. Les galets 10 peuvent avoir différentes formes, par exemple des formes cylindriques, toriques ou tronconiques. Les galets 10 exercent sur la table 2 une pression pendant qu'ils roulent sur la table 2 pour broyer le matériau à broyer. Les galets 10 sont mis en pression par un système hydraulique (fonctionnant par exemple avec de l'huile).

[0062] Le matériau broyé arrivant dans la zone annulaire 14 est transporté par le gaz issu de la première entrée 7 de l'extrémité de la table 2 vers la zone d'alimentation 6 du séparateur 5 par le passage 46. Le débit total de gaz dans la zone d'alimentation 6 comprend deux débits de gaz différents : le débit de gaz issu de la première entrée 7 provenant du broyeur 3 et un débit de gaz additionnel issu de la seconde entrée 8 provenant d'entrées d'air extérieur localisées au niveau du séparateur 5.

[0063] La cage 9 tourne autour de son axe vertical D dans le sens indiqué par la flèche 19. Cette rotation crée une vitesse tangentielle représentée par la flèche 20. Les aubes 17 sont fixes, c'est-à-dire qu'elles ne tournent pas autour de l'axe vertical D de la cage 9. Les aubes 17 sont orientables, par rotation sur elles-mêmes, pour ajuster la vitesse du gaz par rapport à la vitesse de rotation de la cage 9. Le mélange de gaz provenant de la première entrée 7 et de la seconde entrée 8, qui transporte les particules du matériau à séparer, arrive par le bas du séparateur et monte substantiellement verticalement dans la zone d'alimentation 6. Il est dévié par les aubes 17, de façon à traverser la zone de sélection 15 et atteindre les pales 43 de la cage 9 selon un mouvement substantiellement radial, c'est-à-dire en direction de l'axe vertical D. Dans la cage 9, le gaz s'échappe selon un mouvement ascendant par une ouverture substantiellement au centre de la cage 9 qui est généralement reliée à un moyen d'aspiration (non représenté). Les particules entraînées par le gaz atteignent la cage 9 avec une vitesse radiale représentée par la flèche 30.

[0064] Le débit de gaz additionnel issu de la seconde entrée 8 permet d'ajuster le débit total de gaz dans la zone d'alimentation 6 et donc le débit de gaz dans la

zone de sélection 15. Ce débit total de gaz comprenant le débit de gaz issu de la première entrée 7 et le débit de gaz additionnel issu de la seconde entrée 8 induit la vitesse radiale. La vitesse tangentielle est fixée par la vitesse de rotation de la cage 9 du séparateur 5. La combinaison des vitesses radiale et tangentielle définit la maille de coupure et la finesse du matériau broyé final. Les particules suffisamment petites sont entraînées par le gaz puis remontent substantiellement verticalement avec le gaz. Les particules trop grosses tombent dans la zone de sélection 15 sous l'action de la gravité. Les particules trop grosses qui tombent dans la zone de sélection 15 sont récupérées dans le cône 16, qui envoie les particules trop grosses sur la table 2 du broyeur 3. Les particules fines sont dirigées vers le moyen de convoyage II du matériau broyé final, qui est généralement relié à un moyen d'aspiration et à un moyen de stockage.

Revendications

1. Installation de broyage comprenant :

- un premier atelier comprenant un premier broyeur (11) et un premier séparateur (12), une sortie du premier broyeur (11) étant reliée à une entrée du premier séparateur (12) ;
- un second atelier comprenant un second séparateur (22) et un second broyeur (21), une sortie du second séparateur (22) étant reliée à une entrée du second broyeur (21) ;

le second séparateur (22) étant alimenté par le matériau issu du premier séparateur (12) ;

le second atelier étant un équipement de broyage (1) comprenant un broyeur par compression (3) et un séparateur (5), une sortie du séparateur (5) étant reliée à une entrée du broyeur (3), le séparateur (5) étant alimenté en gaz par :

- une première entrée de gaz (7) située au niveau du broyeur (3), le gaz issu de la première entrée de gaz (7) traversant d'abord le broyeur (3) puis le séparateur (5) ;
- une seconde entrée de gaz (8) située au niveau du séparateur (5), le gaz issu de la seconde entrée de gaz (8) traversant uniquement le séparateur (5) et se mélangeant au gaz issu de la première entrée de gaz (7) après qu'il ait traversé le broyeur (3) ;

le premier séparateur (12) étant adapté à fonctionner à une vitesse tangentielle de 15 à 25 m/s et une vitesse radiale de 3,5 à 5 m/s ; et

le second séparateur (22) étant adapté à fonctionner à une vitesse tangentielle de 20 à 50 m/s et une vitesse radiale de 2,5 à 4 m/s.

2. Cimenterie comprenant une installation de broyage selon la revendication 1 relié(e) à une entrée d'un four de cimenterie.
3. Atelier de broyage comprenant une installation de broyage selon la revendication 1 relié(e) à une entrée d'un moyen de stockage. 5
4. Utilisation d'une installation de broyage selon la revendication 1 pour obtenir un matériau broyé final ayant une pente de Rosin Rammler supérieure ou égale à 1,2. 10
5. Procédé de broyage d'un matériau brut dans une installation de broyage comprenant : 15
 - un premier atelier comprenant un premier broyeur (11) et un premier séparateur (12), une sortie du premier broyeur (11) étant reliée à une entrée du premier séparateur (12) ; 20
 - un second atelier comprenant un second séparateur (22) et un second broyeur (21), une sortie du second séparateur (22) étant reliée à une entrée du second broyeur (21) ; 25

le second séparateur (22) étant alimenté par le matériau issu du premier séparateur (12) ;
 le second atelier étant un équipement de broyage (1) comprenant un broyeur par compression (3) et un séparateur (5), une sortie du séparateur (5) étant reliée à une entrée du broyeur (3), le séparateur (5) étant alimenté en gaz par : 30

 - une première entrée de gaz (7) située au niveau du broyeur (3), le gaz issu de la première entrée de gaz (7) traversant d'abord le broyeur (3) puis le séparateur (5) ;
 - une seconde entrée de gaz (8) située au niveau du séparateur (5), le gaz issu de la seconde entrée de gaz (8) traversant uniquement le séparateur (5) et se mélangeant au gaz issu de la première entrée de gaz (7) après qu'il ait traversé le broyeur (3) ; 40

le premier séparateur (12) fonctionnant à une vitesse tangentielle de 15 à 25 m/s et une vitesse radiale de 3,5 à 5 m/s ; et 45
 le second séparateur (22) fonctionnant à une vitesse tangentielle de 20 à 50 m/s et une vitesse radiale de 2,5 à 4 m/s. 50

- 6. Procédé de broyage selon la revendication 5, comprenant les étapes suivantes : 55
 - a) broyage du matériau brut à broyer dans le premier broyeur (11) pour fournir un premier matériau broyé ;
 - b) séparation du premier matériau broyé dans

le premier séparateur (12) pour fournir une première fraction fine et une première fraction grossière ;
 c) recirculation de la première fraction grossière vers le premier broyeur (11) ;
 d) séparation de la première fraction fine dans le second séparateur (22) pour fournir une seconde fraction fine et une seconde fraction grossière ;
 e) stockage de la seconde fraction fine dans un moyen de stockage (42) ;
 f) broyage de la seconde fraction grossière dans le second broyeur (21) pour fournir un second matériau broyé ;
 g) séparation du second matériau broyé dans le second séparateur (22).

7. Procédé de fabrication d'un liant hydraulique comprenant les étapes suivantes :

- (i). Broyage d'au moins deux matériaux dans une installation de broyage selon la revendication 1 ;
- (ii). Mélange des matériaux obtenus à l'étape (i) avec d'éventuels autres matériaux broyés ou non broyés.

8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel le broyage de l'étape (i) est une opération pendant laquelle les matériaux sont broyés séparément.

Patentansprüche

1. Zerkleinerungsanlage, umfassend:

- ein erstes Atelier, umfassend einen ersten Zerkleinerer (11) und einen ersten Separator (12), wobei ein Ausgang des Zerkleinerers (11) mit einem Eingang des ersten Separators (12) verbunden ist;
- ein zweites Atelier, umfassend einen zweiten Separator (22) und einen zweiten Zerkleinerer (21), wobei ein Ausgang des zweiten Separators (22) mit einem Eingang des zweiten Zerkleinerers (21) verbunden ist;

wobei der zweite Separator (22) mit dem Material, das aus dem ersten Separator (12) kommt, gespeist wird;

wobei das zweite Atelier eine Zerkleinerungsausrüstung (1) ist, umfassend einen Kompressionszerkleinerer (3) und einen Separator (5), wobei ein Ausgang des Separators (5) mit einem Eingang des Zerkleinerers (3) verbunden ist, wobei der Separator (5) mit Gas gespeist wird über:

- einen ersten Gaseintritt (7), der sich auf Höhe

des Zerkleinerers (3) befindet, wobei das von dem ersten Gaseintritt (7) kommende Gas zuerst durch den Zerkleinerer (3) und dann durch den Separator (5) strömt;

- einen zweiten Gaseintritt (8), der sich auf Höhe des Separators (5) befindet, wobei das von dem zweiten Gaseintritt (8) kommende Gas nur durch den Separator (5) strömt und sich mit dem Gas, das von dem ersten Gaseintritt (7) kommt, vermischt, nachdem es den Zerkleinerer (3) durchströmt hat;

wobei der erste Separator (12) dazu geeignet ist, mit einer Tangentialgeschwindigkeit von 15 bis 25 m/s und einer Radialgeschwindigkeit von 3,5 bis 5 m/s zu funktionieren; und
wobei der zweite Separator (22) dazu geeignet ist, mit einer Tangentialgeschwindigkeit von 20 bis 50 m/s und einer Radialgeschwindigkeit von 2,5 bis 4 m/s zu funktionieren.

2. Zementwerk, umfassend eine Zerkleinerungsanlage nach Anspruch 1, die mit einem Eingang eines Zementofens verbunden ist.
3. Zerkleinerungsatelier, umfassend eine Zerkleinerungsanlage nach Anspruch 1, die mit einem Eingang eines Lagermittels verbunden ist.
4. Verwendung einer Zerkleinerungsanlage nach Anspruch 1, um ein endzerkleinertes Material mit einer Rosin Rammler-Verteilung größer oder gleich 1,2 zu erhalten.
5. Verfahren zur Zerkleinerung eines Rohmaterials in einer Zerkleinerungsanlage, umfassend:
 - ein erstes Atelier, umfassend einen ersten Zerkleinerer (11) und einen ersten Separator (12), wobei ein Ausgang des ersten Zerkleinerers (11) mit einem Eingang des ersten Separators (12) verbunden ist;
 - ein zweites Atelier, umfassend einen zweiten Separator (22) und einen zweiten Zerkleinerer (21), wobei ein Ausgang des zweiten Separators (22) mit einem Eingang des zweiten Zerkleinerers (21) verbunden ist;

wobei der zweite Separator (22) mit dem Material, das aus dem ersten Separator (12) kommt, gespeist wird;

wobei das zweite Atelier eine Zerkleinerungsanlage (1) ist, umfassend einen Kompressionszerkleinerer (3) und einen Separator (5), wobei ein Ausgang des Separators (5) mit einem Eingang des Zerkleinerers (3) verbunden ist, wobei der Separator (5) mit Gas gespeist wird über:

- einen ersten Gaseintritt (7), der sich auf Höhe des Zerkleinerers (3) befindet, wobei das von dem ersten Gaseintritt (7) kommende Gas zuerst durch den Zerkleinerer (3) und dann durch den Separator (5) strömt;
- einen zweiten Gaseintritt (8), der sich auf Höhe des Separators (5) befindet, wobei das von dem zweiten Gaseintritt (8) kommende Gas nur durch den Separator (5) strömt und sich mit dem Gas, das von dem ersten Gaseintritt (7) kommt, vermischt, nachdem es den Zerkleinerer (3) durchströmt hat;

wobei der erste Separator (12) dazu geeignet ist, mit einer Tangentialgeschwindigkeit von 15 bis 25 m/s und einer Radialgeschwindigkeit von 3,5 bis 5 m/s zu funktionieren; und
wobei der zweite Separator (22) dazu geeignet ist, mit einer Tangentialgeschwindigkeit von 20 bis 50 m/s und einer Radialgeschwindigkeit von 2,5 bis 4 m/s zu funktionieren.

6. Zerkleinerungsverfahren nach Anspruch 5, umfassend die folgenden Schritte:
 - a) Zerkleinerung des zu zerkleinernden Rohmaterials in dem ersten Zerkleinerer (11) um ein erstes zerkleinertes Material zu liefern;
 - b) Abtrennung des ersten zerkleinerten Materials in dem ersten Separator (12), um eine erste feine Fraktion und eine erste grobe Fraktion zu liefern;
 - c) Rezirkulation der ersten groben Fraktion zum ersten Zerkleinerer (11);
 - d) Abtrennung der ersten feinen Fraktion in dem zweiten Separator (22), um eine zweite feine Fraktion und eine zweite grobe Fraktion zu liefern;
 - e) Lagern der zweiten feinen Fraktion in einem Lagermittel (42);
 - f) Zerkleinern der zweiten groben Fraktion in dem zweiten Zerkleinerer (21), um ein zweites zerkleinertes Material zu liefern;
 - g) Abtrennung des zweiten zerkleinerten Materials in dem zweiten Separator (22).
7. Verfahren zur Herstellung eines hydraulischen Bindemittels, umfassend die folgenden Schritte:
 - (i) Zerkleinerung mindestens zweier Materialien in einer Zerkleinerungsanlage nach Anspruch 1;
 - (ii) Mischen der in Schritt (i) erhaltenen Materialien mit möglichen anderen zerkleinerten oder nicht zerkleinerten Materialien.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die Zerkleinerung aus Schritt (i) ein Vorgang ist, bei dem die Materialien getrennt zerkleinert werden.

Claims**1.** Grinding installation comprising:

- a first workshop comprising a first grinder (11) and a first separator (12), an outlet of the first grinder (11) being linked to an inlet of the first separator (12);
- a second workshop comprising a second separator (22) and a second grinder (21), an outlet of the second separator (22) being linked to an inlet of the second grinder (21);

the second separator (22) being supplied with the material leaving the first separator (12);
the second workshop being grinding equipment (1) comprising a compression grinder (3) and a separator (5), an outlet of the separator (5) being linked to an inlet of the grinder (3), the separator (5) being supplied with gas by:

- a first gas inlet (7) positioned level with the grinder (3), the gas leaving the first gas inlet (7) passing first through the grinder (3) and then through the separator (5);
- a second gas inlet (8) positioned level with the separator (5), the gas leaving the second gas inlet (8) passing solely through the separator (5) and mixing with the gas leaving the first gas inlet (7) after it has passed through the grinder (3);

the first separator (12) being adapted to operate at a tangential velocity of 15 to 25 m/s and at a radial velocity of 3.5 to 5 m/s; and
the second separator (22) being adapted to operate at a tangential velocity of 20 to 50 m/s and at a radial velocity of 2.5 to 4 m/s.

- 2.** Cement plant comprising a grinding installation according to claim 1 linked to an inlet of a cement kiln.
- 3.** Grinding workshop comprising a grinding installation according to claim 1 linked to an inlet of a storage means.
- 4.** Use of a grinding installation according to claim 1 for obtaining a final ground material having a Rosin Rammler slope greater than or equal to 1.2.
- 5.** Method for grinding a raw material in a grinding installation, comprising:
 - a first workshop comprising a first grinder (11) and a first separator (12), an outlet of the first grinder (11) being linked to an inlet of the first separator (12);
 - a second workshop comprising a second separator (22) and a second grinder (21), an outlet

of the second separator (22) being linked to an inlet of the second grinder (21);

the second separator (22) being supplied with the material leaving the first separator (12);
the second workshop being grinding equipment (1) comprising a compression grinder (3) and a separator (5), an outlet of the separator (5) being linked to an inlet of the grinder (3), the separator (5) being supplied with gas by:

- a first gas inlet (7) positioned level with the grinder (3), the gas leaving the first gas inlet (7) passing first through the grinder (3) and then through the separator (5);
- a second gas inlet (8) positioned level with the separator (5), the gas leaving the second gas inlet (8) passing solely through the separator (5) and mixing with the gas leaving the first gas inlet (7) after it has passed through the grinder (3);

the first separator (12) operating at a tangential velocity of 15 to 25 m/s and at a radial velocity of 3.5 to 5 m/s; and
the second separator (22) operating at a tangential velocity of 20 to 50 m/s and at a radial velocity of 2.5 to 4 m/s.

6. Grinding method according to claim 5, comprising the following steps:

- a) grinding the raw material to be ground in the first grinder (11) to provide a first ground material;
- b) separating the first ground material in the first separator (12) to provide a first fine fraction and a first coarse fraction;
- c) recirculating the first coarse fraction towards the first grinder (11);
- d) separating the first fine fraction in the second separator (22) to provide a second fine fraction and a second coarse fraction;
- e) storing the second fine fraction in a storage means (42);
- f) grinding the second coarse fraction in the second grinder (21) to provide a second ground material;
- g) separating the second ground material in the second separator (22).

7. Method for producing a hydraulic binder, comprising the following steps:

- (i) grinding at least two materials in a grinding installation according to claim 1;
- (ii) mixing the materials obtained in step (i) with any other ground or non-ground materials.

8. Method according to claim 7, wherein the grinding in step (i) is an operation during which the materials are ground separately.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Figure 1

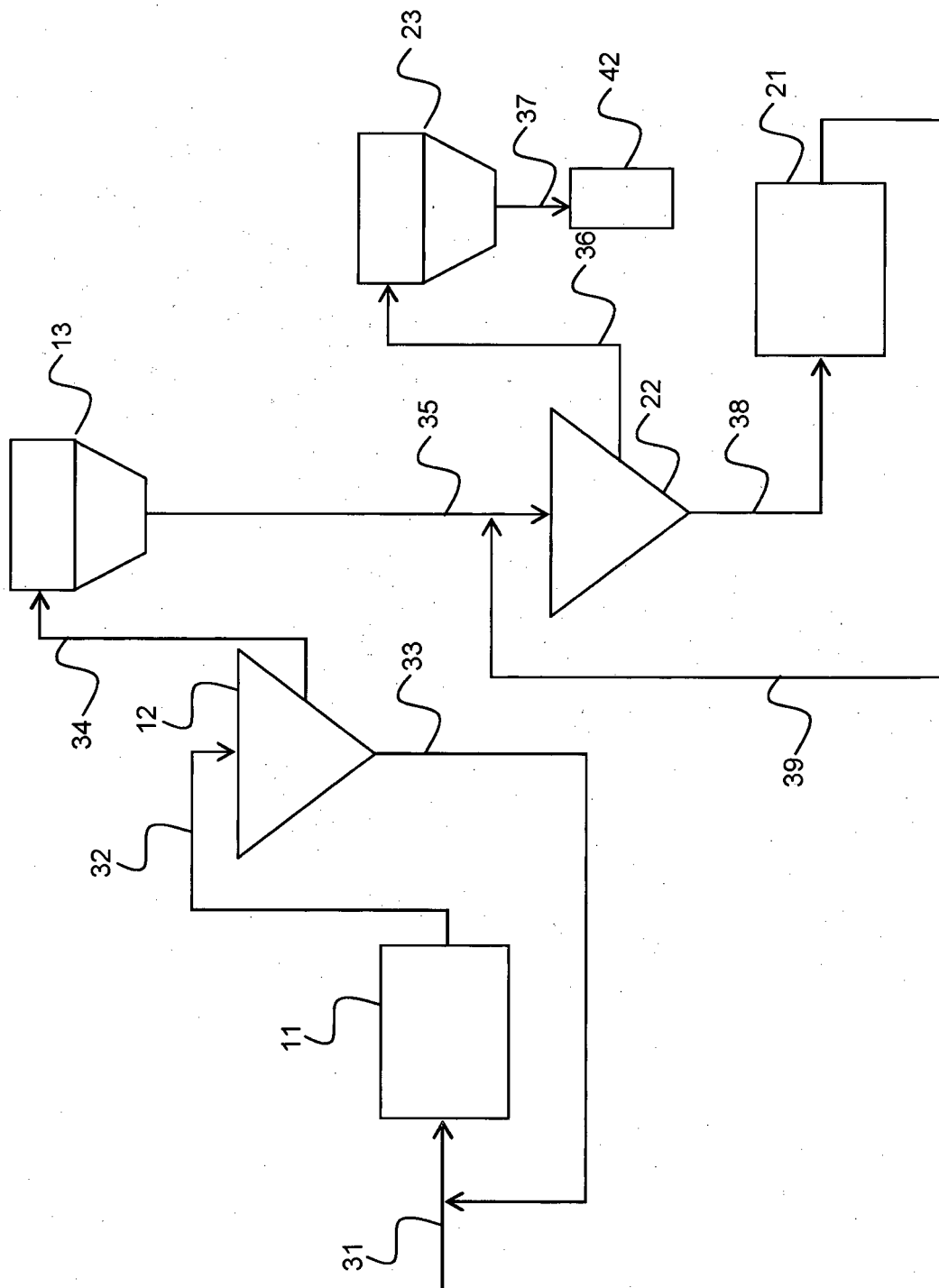


Figure 2

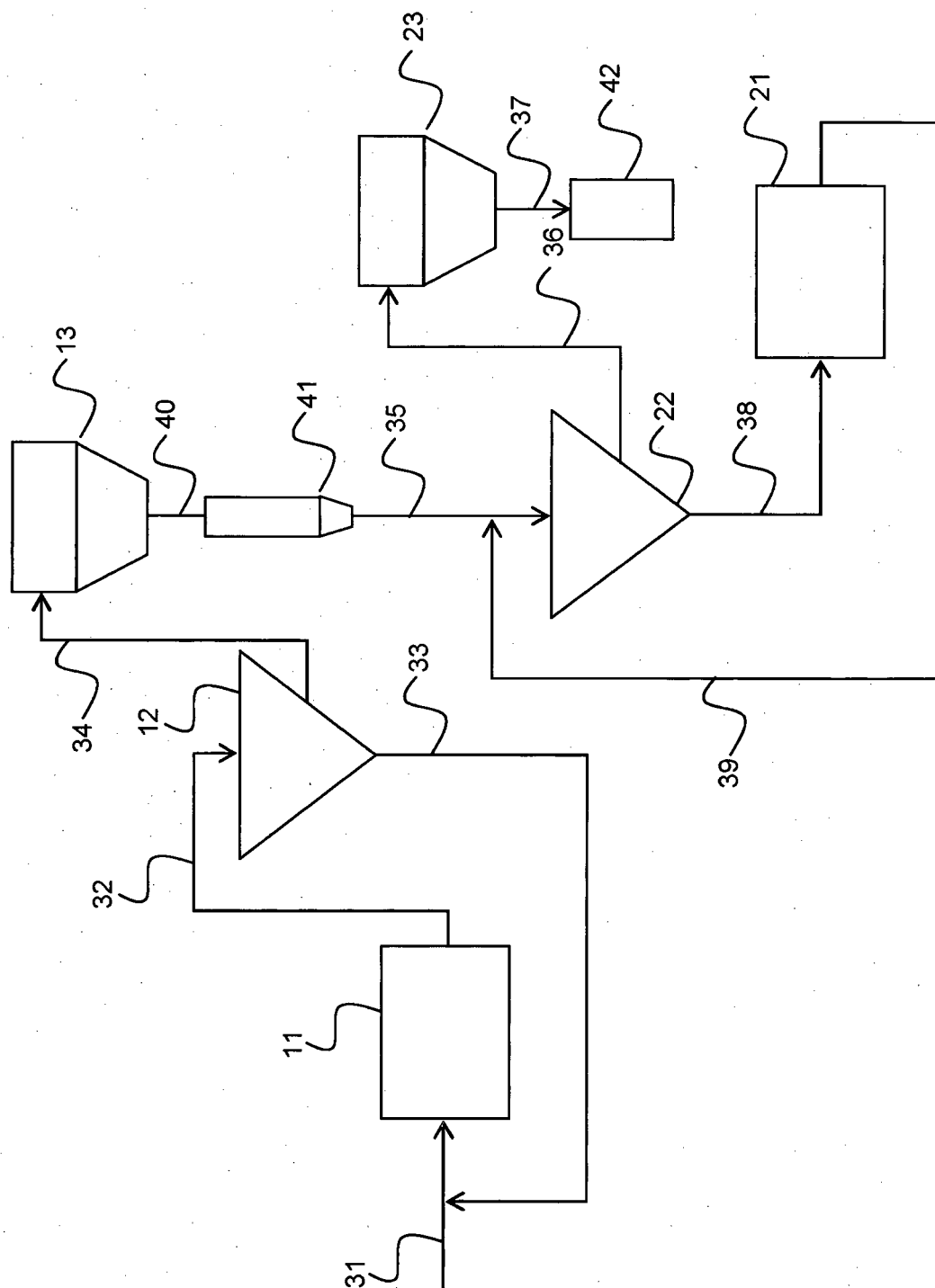


Figure 3

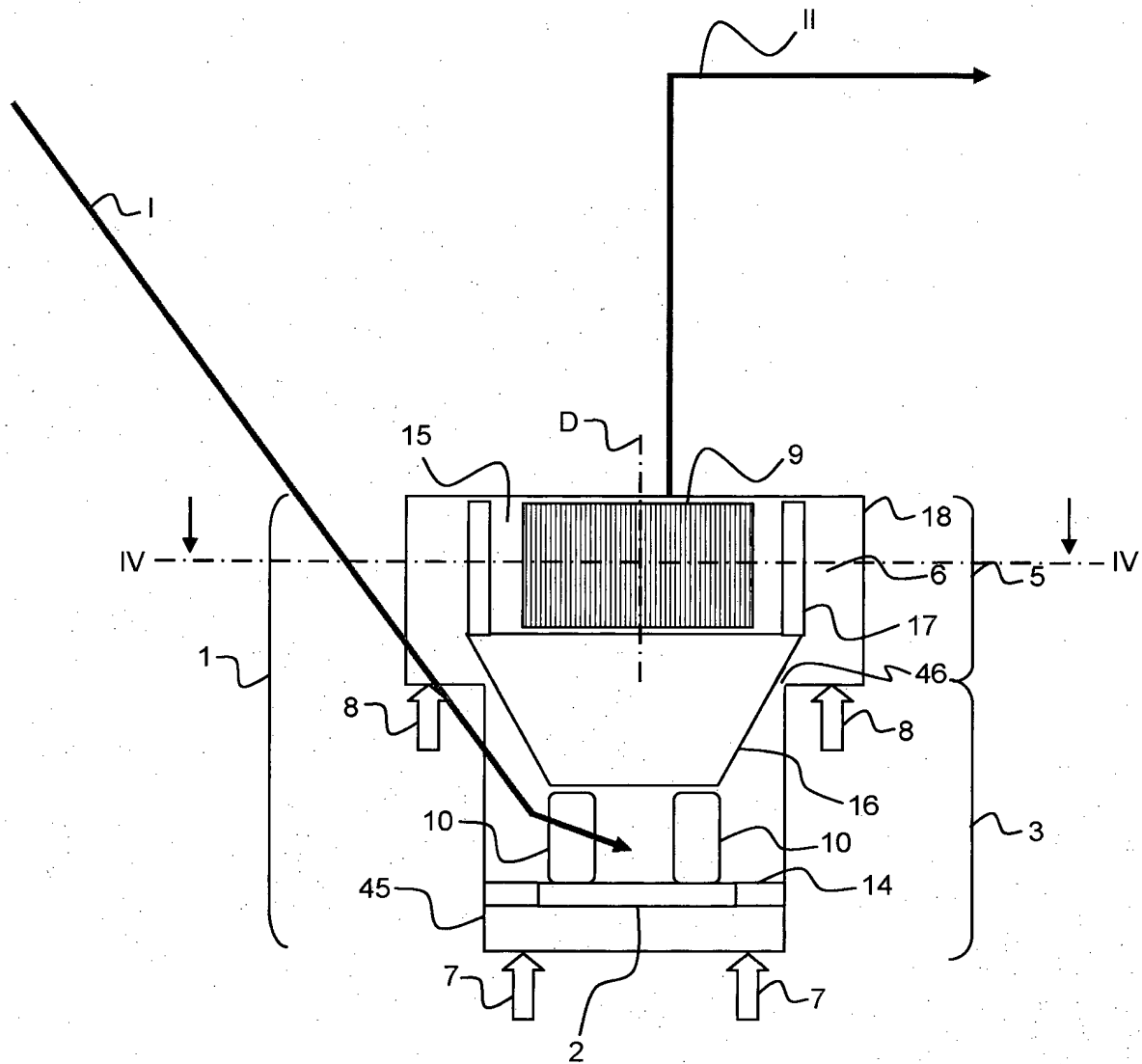
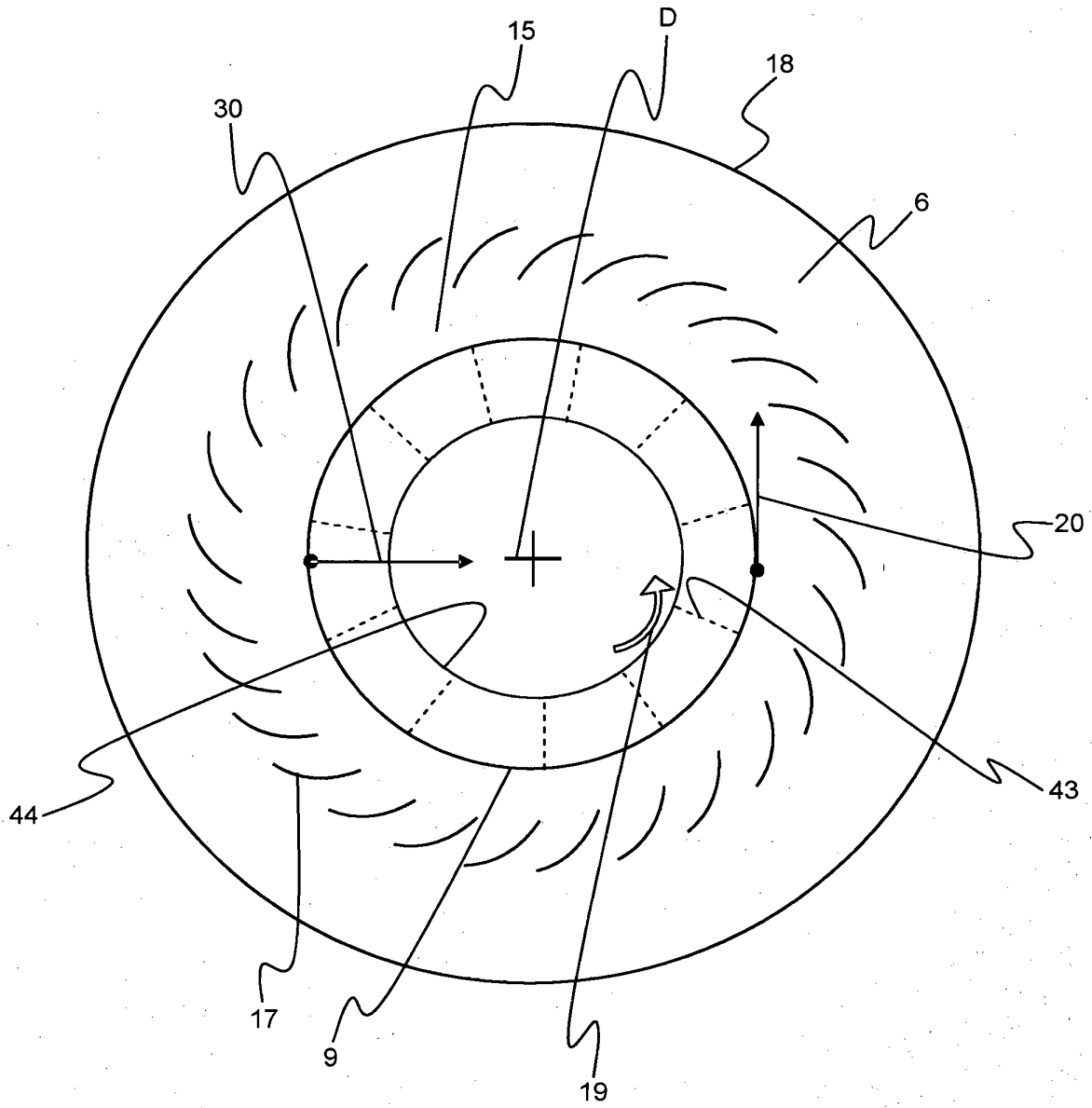


Figure 4



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- DE 4224704 [0001]
- FR 0604398 [0048]
- FR 0706703 [0048]
- FR 0901364 [0048]
- FR 1150676 [0048]