



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
22.05.2024 Bulletin 2024/21

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
B02C 23/04 ^(2006.01) **B02C 25/00** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **23208729.6**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
B02C 23/04; B02C 25/00

(22) Date de dépôt: **09.11.2023**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **Brodard, Yves**
1628 Vuadens (CH)
• **Rhème, Christian**
1725 Posieux (CH)

(74) Mandataire: **BOVARD AG**
Patent- und Markenanwälte
Optingenstrasse 16
3013 Bern (CH)

(30) Priorité: **15.11.2022 CH 13582022**

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

(54) **BROYEUR DE POUDRE**

(57) L'invention concerne un broyeur mécanique de poudre (10) comprenant un carter (20) soutenant un premier organe de broyage rotatif (40) et un deuxième organe de broyage (30) fixe par rapport au carter (20), chacun desdits premier et deuxième organes (30, 40) étant réalisé dans un matériau conducteur électrique. Selon l'invention, le broyeur (10) comporte un circuit électrique de contrôle (72) réalisant au moins une connexion électrique primaire entre le premier et le deuxième organe

de broyage (30, 40), et comprenant au moins un dispositif de mesure (90) d'un paramètre électrique dudit circuit (72). Le broyeur (10) comprend en outre un dispositif de traitement (92) configuré pour détecter une connexion additionnelle entre les deux organes de broyage (30, 40), notamment due à la présence d'un corps étranger entre les dits organes, à partir de la valeur mesurée dudit paramètre.

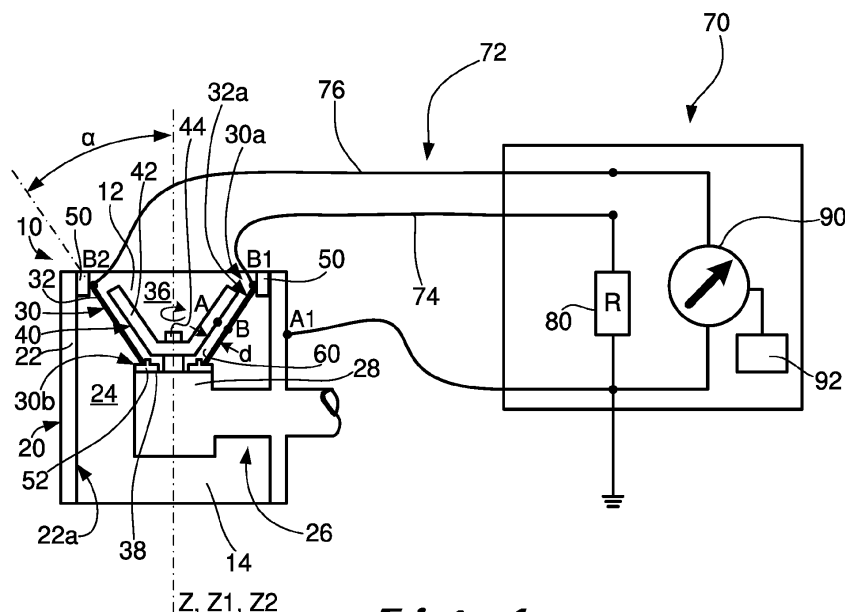


Fig. 1

Description

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte au domaine du broyage de poudres.

État de la technique

[0002] Les poudres utilisées dans les industries pharmaceutique, chimique ou encore alimentaire ont typiquement un diamètre moyen de grains compris entre 10 et 500 microns, et sont issues du broyage de poudres brutes dont les grains ont un diamètre moyen compris par exemple entre 100 microns et plusieurs millimètres.

[0003] La taille des grains en jeu requiert l'utilisation de dispositifs de broyage adaptés.

[0004] Parmi les broyeurs adaptés - dits broyeurs mécaniques -, on trouve les broyeurs à broche qui comportent deux disques parallèles munis chacun d'éléments de broyage, typiquement sous forme de tiges, dirigés vers le disque adjacent. Ces éléments de broyage sont destinés à impacter les grains de produit lors d'une rotation relative des deux disques.

[0005] On trouve aussi des broyeurs à tamis qui combinent deux principes différents de réduction de taille des grains : l'impact du rotor sur les grains et le passage forcé des grains au travers des ouvertures du tamis.

[0006] Il existe plusieurs types de broyeurs à tamis qui se différencient principalement par leur forme et par leur vitesse de rotation. On trouve principalement :

- le broyeur à tamis conique qui comporte un rotor d'axe vertical muni de pales coopérant avec un tamis coaxial de forme conique,
- le broyeur à marteaux qui comporte un rotor d'axe horizontal muni de pales et un tamis semi-cylindrique de même axe que le rotor, et
- le broyeur oscillant dont le rotor d'axe horizontal ou vertical a la particularité d'être situé très proche du tamis semi-cylindrique et de réaliser des mouvements d'aller-retour avec une vitesse faible.

[0007] Tous les dispositifs précités ont en commun de présenter un carter soutenant un premier organe de broyage rotatif et un deuxième organe de broyage fixe par rapport au carter, le premier et le deuxième organe de broyage étant espacés l'un de l'autre et coopérant pour broyer la poudre, chacun desdits premier et deuxième organes étant en général réalisé dans un matériau conducteur électrique.

[0008] Avec ces dispositifs, le broyage résulte à la fois d'impacts et d'efforts de compression/cisaillement subis par les grains de poudre brute, l'un ou l'autre de ces effets mécaniques étant plus ou moins significatif en fonction du type de dispositif considéré.

[0009] Pour assurer des forces d'impacts suffisantes, la vitesse de rotation de l'organe rotatif des broyeurs de

poudre est généralement très élevée, de l'ordre de 20 à plus de 200 mètres par seconde.

[0010] Également, pour assurer des efforts de compression/cisaillement suffisants, l'espacement entre les organes de broyage est très limité, de l'ordre de quelques dixièmes de millimètres à quelques millimètres.

[0011] Étant donné les hautes vitesses relatives et les faibles distances entre parties statiques et rotatives, un contact mécanique entre ces parties, causé par exemple par la présence d'un corps étranger métallique entrant dans le moulin, doit absolument être évité car un tel contact, en plus de risquer de provoquer des dégâts à l'équipement, provoquerait une pollution du produit broyé. De tels contacts mécaniques peuvent aussi présenter des problèmes de sécurité en production, puisqu'ils peuvent générer des étincelles et/ou une augmentation locale de température qui peuvent enflammer le mélange poudre-gaz et provoquer une explosion.

[0012] A ce jour, des modules de détection de corps étrangers sont parfois installés en amont des équipements de broyage mais cette solution augmente considérablement le coût et l'encombrement des installations. Des mesures de vibrations permettent aussi dans certains cas de stopper le moulin rapidement en présence de corps étrangers mais ces systèmes sont régulièrement perturbés par les vibrations normales provoquées par le processus de broyage lui-même.

Résumé de l'invention

[0013] Un but de la présente invention est donc de proposer un broyeur de poudre qui permette de résoudre le problème précité et qui permette en particulier de détecter les corps étrangers conducteurs, par exemple métalliques, qui seraient présents dans le moulin et assurer ainsi la stabilité et la qualité du processus de broyage en arrêtant l'équipement.

[0014] Selon l'invention, ce but est atteint grâce à l'objet des revendications indépendantes. Les aspects plus spécifiques de la présente invention sont décrits dans les revendications dépendantes ainsi que dans la description.

[0015] De manière plus spécifique, un but de l'invention est atteint grâce à un broyeur mécanique de poudre, notamment broyeur à broche ou broyeur à tamis, en particulier broyeur à tamis conique ou broyeur à marteaux ou broyeur oscillant, comprenant un carter soutenant un premier organe de broyage rotatif et un deuxième organe de broyage fixe par rapport au carter, le premier et le deuxième organe de broyage étant séparés l'un de l'autre par un interstice et coopérant pour broyer la poudre, chacun desdits premier et deuxième organes étant réalisé dans un matériau conducteur électrique, et le broyeur étant caractérisé en ce qu'il est muni d'un circuit électrique de contrôle réalisant au moins une connexion électrique primaire entre le premier et le deuxième organe de broyage, ledit circuit électrique comprenant au moins un dispositif de mesure d'un paramètre électrique

dudit circuit, et le broyeur comprend en outre un dispositif de traitement configuré pour détecter une connexion additionnelle entre les deux organes de broyage, notamment due à la présence d'un corps étranger entre les dits organes, à partir de la valeur mesurée dudit paramètre.

[0016] Dans le broyeur selon l'invention, l'interstice entre les deux organes de broyage forme une zone de broyage au sein de laquelle la poudre est comprimée et/ou cisailée et/ou choquée.

[0017] En fonctionnement normal du broyeur, il n'existe aucun contact mécanique direct entre le premier et le deuxième organe de broyage. En particulier dans l'interstice formant zone de broyage, les deux organes ne se touchent pas mais coopèrent pour broyer la poudre. La coopération entre eux consiste en un déplacement relatif qui remue et projette la poudre, de sorte à la soumettre, entre les deux organes, aux efforts de compression/cisaillement et/ou chocs précités.

[0018] Dans le circuit électrique de contrôle selon l'invention, le premier et le deuxième organes de broyage forment pour ainsi dire les deux bornes d'un interrupteur.

[0019] En fonctionnement normal, l'interrupteur est ouvert: il n'y a pas de contact mécanique direct entre le premier et le deuxième organe de broyage et, dans la zone de broyage, l'interstice entre eux est libre ou rempli de matières non conductrices. Il n'y a donc pas de connexion électrique additionnelle entre les organes de broyage, en plus de la ou les connexion(s) électrique(s) primaire(s). L'interstice entre les deux organes peut être assimilé à une résistance infinie.

[0020] Lors d'un contact entre les deux organes de broyage par l'intermédiaire d'un corps étranger conducteur (contact indirect) ou lors d'un contact direct lié par exemple à une déformation du broyeur, l'interrupteur est fermé: il existe dans ce cas une connexion électrique additionnelle entre les organes de broyage, liée notamment à la présence d'un corps intercalaire conducteur entre ces organes. La résistance de cette connexion électrique additionnelle entre le premier et le deuxième organe de broyage dépend de la nature du contact réalisé: si par exemple le corps intercalaire est très conducteur, alors la résistance est nulle ou quasi-nulle.

[0021] Le circuit électrique de contrôle associé au dispositif de mesure permet en particulier d'évaluer l'isolement relatif - ou la résistance équivalente - entre le premier et le deuxième organe de broyage.

[0022] Avantagusement, le dispositif de traitement peut également être configuré pour détecter, à partir de la valeur du paramètre mesurée, une anomalie de connexion sur le circuit électrique de contrôle, et en particulier une anomalie de la connexion électrique primaire. Une anomalie de connexion peut par exemple correspondre à une absence de l'un des organes de broyage, ou à un mauvais contact au niveau de la connexion électrique primaire (fil électrique coupé, mauvais branchement, etc.).

[0023] Le paramètre électrique mesuré par le dispositif de mesure peut être une tension, une résistance ou une

intensité de courant. Il est représentatif de la résistance équivalente entre le premier et le deuxième organe de broyage, autrement dit, on peut déduire des variations de ce paramètre des variations de la résistance équivalente entre le premier et le deuxième organe de broyage.

[0024] Selon un exemple, les deux organes de broyage sont physiquement séparés par au moins un élément isolant électrique, de sorte que la ou les connexions électriques primaires constituent les seuls passages pour un courant électrique entre cet organe de broyage et le second, en fonctionnement normal du broyeur.

[0025] Plus spécifiquement, au moins l'un des organes de broyage peut ainsi être isolé électriquement du carter c'est-à-dire physiquement séparé de ce dernier et de l'autre organe de broyage par au moins un élément isolant électrique. Dans la présente demande, et pour faciliter la compréhension, un tel organe sera dit « isolé électriquement », bien qu'il ne soit pas, en soi, totalement isolé.

[0026] Avantagusement, l'organe de broyage fixe est isolé électriquement.

[0027] En particulier, dans le cas précité d'un broyeur à tamis, le tamis peut être l'organe isolé électriquement du carter.

[0028] Comme variante ou en complément, le premier organe de broyage rotatif peut aussi être isolé électriquement.

[0029] Selon un exemple, le premier et le deuxième organe de broyage sont physiquement séparés l'un de l'autre par au moins une pièce intermédiaire en matériau non-conducteur, notamment en matériau synthétique, en particulier un matériau polymère, encore plus particulièrement un matériau élastomère.

[0030] Dans un mode de réalisation particulier, une telle pièce intermédiaire peut aussi avoir une fonction d'étanchéité, par exemple pour éviter que de la poudre ne puisse contourner le tamis ou pour éviter les zones de rétention.

[0031] Selon un exemple, le premier et le deuxième organe de broyage sont physiquement séparés l'un de l'autre par au moins un revêtement non-conducteur.

[0032] Si c'est l'organe de broyage statique (fixe par rapport au carter) qui est isolé électriquement, alors un tel revêtement non-conducteur peut notamment être appliqué directement sur ledit organe fixe et/ou sur une pièce du carter soutenant cet organe.

[0033] Plus spécifiquement, un organe isolé électriquement comme expliqué précédemment peut être séparé physiquement du carter et de l'autre organe de broyage par une pièce intermédiaire non conductrice et/ou un revêtement non conducteur.

[0034] Selon un exemple, une connexion électrique primaire est réalisée par l'intermédiaire d'au moins un élément résistif. En d'autres termes, le circuit électrique de contrôle intègre au moins un élément résistif entre le premier et le deuxième organe de broyage.

[0035] L'élément résistif a généralement une résistance fixe et connue.

[0036] Pour des raisons de sécurité, un organe de broyage isolé électriquement par rapport au carter doit être relié à la terre. Une telle liaison permet la décharge électrostatique et évite les étincelles et éventuelles explosions pouvant en découler. L'organe est donc avantageusement relié à la terre par l'intermédiaire d'un tel élément résistif qui permet une décharge sécurisée de l'organe isolé.

[0037] La valeur de résistance de l'élément résistif doit dans ce cas être inférieure à une certaine valeur limite au-delà de laquelle la décharge ne serait plus suffisamment rapide et efficace. Selon un exemple, l'élément résistif a une résistance R comprise entre 1 ohm et 1 mégohm.

[0038] Selon un exemple, un élément résistif du circuit de contrôle est formé par au moins une pièce intermédiaire et/ou au moins un revêtement intercalé entre le premier et le deuxième organe de broyage.

[0039] Le circuit électrique de contrôle est régi par la loi d'ohm ($U = R \cdot I$) et peut donc être caractérisé de différentes manières en utilisant un dispositif de mesure correspondant.

[0040] Selon un exemple, le dispositif de mesure est un ohmmètre.

[0041] Alternativement, une mesure de courant avec un ampèremètre, une mesure de tension avec un voltmètre ou toute autre mesure adaptée peut être envisagée.

[0042] Selon un exemple, le dispositif de mesure est monté en parallèle d'un élément résistif de la connexion électrique primaire.

[0043] Plus spécifiquement, l'élément résistif peut être situé sur une première branche du circuit formant une connexion électrique primaire entre les deux organes de broyage et le dispositif de mesure peut être situé sur une seconde branche du circuit reliée respectivement à deux points de ladite première branche situés de part et d'autre de l'élément résistif. Le dispositif de mesure et l'élément résistif sont alors connectés à chaque organe de broyage par le même point de contact. Dans ce cas toutefois, en cas d'anomalie dans la connexion électrique, la résistance mesurée est la même que lors d'un fonctionnement normal, même en présence par exemple d'un corps étranger conducteur entre les deux organes de broyage. Autrement dit, dans cette configuration, le système de détection ne permet pas d'identifier un contact électrique indésirable entre les deux organes de broyage, en cas de défaillance du montage électrique.

[0044] Selon un autre exemple plus avantageux, l'élément résistif est monté sur une première branche du circuit électrique reliée à un premier point de contact d'un organe de broyage et le dispositif de mesure est monté sur une deuxième branche du circuit électrique montée en parallèle de la première branche et reliée à un deuxième point de contact du même organe de broyage, espacé du premier point de contact.

[0045] Ce contact additionnel permet de détecter un éventuel problème de connexion avec l'organe de broya-

ge à double contact ou de détecter si l'organe en question est manquant.

[0046] Selon un exemple particulier de l'invention, le broyeur est un broyeur à tamis, par exemple un broyeur à tamis conique. Dans ce cas, le tamis forme le deuxième organe de broyage, fixe par rapport au carter.

[0047] Ce tamis peut avoir des ouvertures de formes quelconques, notamment rondes et/ou carrées.

[0048] Ce tamis peut aussi être une râpe avec des ouvertures comportant un bec.

[0049] Selon un exemple, la largeur maximale de l'interstice entre le premier et le deuxième organe de broyage est comprise entre deux dixièmes de millimètres et dix millimètres.

[0050] Selon un autre aspect, l'invention concerne un procédé de contrôle d'un broyeur de poudre tel que défini précédemment, notamment procédé de détection de corps étrangers conducteurs électriques dans un tel broyeur de poudre et/ou de détection d'une connexion additionnelle entre les organes de broyage d'un tel broyeur, le procédé comprenant au moins les étapes dans lesquelles :

- on mesure un paramètre représentatif du circuit électrique de contrôle,
- à partir de la valeur mesurée dudit paramètre, on détecte une connexion additionnelle, par contact direct ou indirect, entre les deux organes de broyage.

[0051] Selon un exemple, à partir de la valeur mesurée dudit paramètre, on détecte en outre la présence d'une anomalie de connexion dans le circuit électrique de contrôle.

Brève description des dessins

[0052] Les particularités et les avantages de la présente invention apparaîtront avec plus de détails dans le cadre de la description qui suit avec un exemple de réalisation donné à titre illustratif et non limitatif en référence aux trois dessins ci-annexés qui représentent :

- La figure 1 illustre schématiquement un broyeur de poudre selon un premier mode de mise en oeuvre de l'invention ;
- La figure 2 est un circuit électrique équivalent au montage de la figure 1, en fonctionnement normal du broyeur ;
- La figure 3 est un circuit électrique équivalent au montage de la figure 1, dans le cas d'un contact additionnel entre les deux organes de broyage ;
- La figure 4 est un circuit électrique équivalent au montage de la figure 1, dans un cas d'anomalie de connexion dans le circuit de contrôle ;

- La figure 5 illustre schématiquement un broyeur de poudre selon un deuxième mode de mise en oeuvre de l'invention.

Description détaillée

[0053] La figure 1 illustre un broyeur de poudre 10 selon un premier mode de réalisation de l'invention. Il s'agit ici d'un broyeur à tamis conique mais l'invention n'est pas limitée à ce type de broyeur et pourra être implémentée de façon équivalente sur tout autre broyeur de poudre, notamment à tamis ou à broches.

[0054] Dans l'exemple illustré sur la figure 1, le broyeur 10 comprend

- un carter métallique 20 comportant une paroi externe 22 par exemple sensiblement tubulaire délimitant une enceinte 24 d'axe Z, et une partie interne 26 solidaire de la paroi externe 22 et faisant saillie à l'intérieur de l'enceinte 24, ladite partie interne comprenant au moins une portion de support 28 située le long de l'axe Z,
- à l'intérieur de l'enceinte 24 délimitée par le carter 20, un tamis 30 et un rotor 40 formant deux organes de broyage qui coopèrent l'un avec l'autre pour broyer entre eux de la poudre brute introduite par le dessus dans le broyeur 10.

[0055] La poudre brute traitée par un tel broyeur 10 est typiquement constituée de grains dont le diamètre moyen est compris par exemple entre 500 microns et 20 millimètres. La poudre, une fois broyée, est formée de grains dont le diamètre moyen est compris entre 100 microns et 5 millimètres.

[0056] Comme exemples de matériaux pouvant ainsi être broyés on peut citer des principes actifs ou des excipients destinés à la fabrication de médicaments, des produits alimentaires comme le lactose par exemple ou toutes autres poudres à usage pharmaceutique, chimique ou alimentaire.

[0057] Le tamis 30, fixe par rapport au carter 20, délimite à l'intérieur de l'enceinte 24 une partie amont 12 et une partie aval 14 du broyeur. La partie amont 12 reçoit la poudre brute à broyer et la partie aval 14 reçoit la poudre broyée après qu'elle a traversé le tamis 30.

[0058] Dans l'exemple, le tamis 30 présente une forme tronconique, d'axe Z1. Sa paroi 32, ajourée, est inclinée d'un angle α compris par exemple entre 20 et 60° par rapport à cet axe Z1. Le tamis 30 est disposé à l'intérieur du carter 20 avec son axe Z1 vertical, parallèle à - et généralement confondu avec - l'axe Z de l'enceinte 24. Son extrémité 30a la plus large est située vers le haut, et ainsi vers un dispositif d'amenée de la poudre à broyer (non illustré), pouvant comprendre par exemple une vanne ou une roue doseuse. A son extrémité inférieure 30b, le tamis 30 est soutenu par la portion de support 28 du carter 20.

[0059] La paroi 32 du tamis 30 est pourvue d'une plu-

ralité d'ouvertures (non visibles sur la figure), de formes quelconques, notamment rondes ou carrées, destinées à permettre le passage de grains de poudre de diamètre maximum défini. La face interne 32a du tamis 30 peut être lisse ou les ouvertures peuvent comporter un bec en saillie vers l'intérieur du tamis, formant une râpe.

[0060] Le rotor 40, mobile par rapport au carter 20 et donc par rapport au tamis 30, est logé dans l'espace intérieur 36 délimité par la paroi 32 du tamis 30.

[0061] Il est formé d'une pluralité de pales 42 solidaires d'un moyeu 44 monté rotatif autour de son axe Z2 et supporté également par la portion de support 28 du carter 20. Les moyens de mise en mouvement du rotor (moteur, transmission), bien connus de l'homme de l'art, sont intégrés dans cette portion de support 28 ou déportés hors du broyeur et ne sont pas représentés sur la figure 1.

[0062] Le rotor 40 est disposé coaxialement au tamis 30. Chaque pale 32 est disposée de sorte que l'un de ses bords vienne en permanence affleurer à une distance d de la paroi interne 32a du tamis 32 lors de la rotation.

[0063] Le rotor 40 n'est donc pas en contact avec le tamis 30 et un interstice 60 de largeur d est maintenu entre les deux organes de broyage 30, 40. Dans l'exemple, le tamis 30 définit, à son extrémité inférieure 30b, une ouverture 38 à travers laquelle passe - sans contact - le moyeu 44 du rotor 40.

[0064] Lorsque le broyeur 10 est en fonctionnement, des grains de poudre brute sont déversés par gravité dans la partie amont 12 du broyeur, sur l'ensemble rotor/tamis, par le dispositif d'amenée.

[0065] Avec la rotation rapide du rotor 40, les grains sont projetés à grande vitesse contre la face interne 32a de la paroi 32 du tamis 30. Les grains subissent en outre des efforts de compression et de cisaillement entre les pales 42 du rotor 40 et la paroi 32 du tamis 30. Sous l'effet des chocs et des efforts de compression/cisaillement, les grains sont fractionnés, et leur diamètre moyen est diminué, les laissant passer par les ouvertures du tamis 30 vers la partie aval 14 du broyeur 10 où elles seront récupérées.

[0066] Conformément à l'invention, le broyeur 10 est pourvu d'un système de détection 70 permettant de détecter un contact électrique indésirable entre les deux organes de broyage 30, 40, notamment dû à l'interposition, entre eux, d'un corps étranger conducteur électrique, par exemple un corps métallique (par exemple une vis, un boulon, etc.) présent dans la poudre brute.

[0067] Le système de détection 70 comprend un circuit électrique de contrôle 72 configuré pour réaliser au moins une connexion électrique primaire entre le premier et le deuxième organe de broyage 30, 40 et comprenant au moins un dispositif de mesure 90 permettant la mesure d'un paramètre électrique du circuit, notamment un multimètre, un ohmmètre, un ampèremètre ou un voltmètre.

[0068] Le système de détection 70 comprend en outre un dispositif de traitement 92 configuré pour détecter une connexion additionnelle entre les deux organes de broyage 30, 40 à partir de la valeur ainsi mesurée par le dis-

positif de mesure 90.

[0069] Les deux organes de broyage 30, 40 sont séparés électriquement l'un de l'autre par des éléments isolants électriques, de sorte que la ou les connexions électriques primaires constituent les seuls passages pour un courant électrique entre les deux organes, en fonctionnement normal du broyeur.

[0070] En particulier, au moins l'un parmi le rotor 40 et le tamis 30 est isolé électriquement du carter 20. Dans l'exemple particulier illustré, c'est le tamis 30 qui est isolé du carter 20, par des pièces intermédiaires non conductrices électriquement, notamment en matériau synthétique, en particulier un matériau polymère, encore plus particulièrement un matériau élastomère.

[0071] Dans l'exemple particulier illustré, au moins une première pièce intermédiaire 50 est interposée latéralement entre la paroi externe 22 du carter 20 et l'extrémité supérieure 30a du tamis 30. Cette pièce intermédiaire 50 a une fonction d'isolation électrique, mais elle peut également permettre la fixation du tamis 30 par rapport au carter 20, et/ou assurer l'étanchéité entre le tamis 30 et le carter 20. La poudre brute à broyer est ainsi empêchée de passer directement dans la partie aval 14 du broyeur 10 sans avoir traversé le tamis 30. Avantageusement, la première pièce intermédiaire 50 est agencée pour border l'extrémité supérieure 30a du tamis 30 sur toute sa périphérie et forme ainsi un contour fermé. Il peut s'agir par exemple d'une pièce de forme annulaire. La première pièce intermédiaire 50 peut par exemple être fixée au tamis 30 et au carter 20 par collage.

[0072] Comme variante, le broyeur 10 pourrait comporter une pluralité de premières pièces intermédiaires 50 à la périphérie du tamis 30, permettant d'isoler le tamis 30 de la paroi externe 22 du carter 20. Dans ce cas, d'autres moyens peuvent être mis en oeuvre pour assurer l'étanchéité nécessaire.

[0073] Comme illustré sur la figure 1, le tamis 30 est également isolé de la portion de support 28 du carter 20, à son extrémité inférieure 30b, par au moins une deuxième pièce intermédiaire 52 en matériau non conducteur. Dans l'exemple, la deuxième pièce intermédiaire 52 est disposée sur la face supérieure de la portion de support 28, et l'extrémité inférieure 30b du tamis 30 repose et est avantageusement fixée, par exemple par collage, sur la dite deuxième pièce intermédiaire 52.

[0074] Comme alternative ou en complément aux pièces intermédiaires précitées 50, 52, l'isolation peut aussi être assurée par un revêtement non-conducteur. Dans l'exemple, un tel revêtement serait notamment appliqué sur le tamis 30 et/ou sur les parties du carter maintenant cette partie (ici notamment la portion de support 28 et/ou la paroi externe 22 du carter 20).

[0075] Le rotor 40 est, lui, monté directement sur la portion de support 28, et donc en contact électrique avec cette portion 28 et l'ensemble du carter 20.

[0076] Dans l'exemple particulier représenté sur la figure 1, le circuit électrique de contrôle 72 comprend une première branche 74 reliée à un premier point de contact

B1 du tamis 30 d'une part et à un point de contact A1 du carter 20 d'autre part. La première branche 74 inclut un élément résistif 80 ou résistance de mise à la terre, de résistance R, par l'intermédiaire duquel le tamis 30 est relié à la terre.

[0077] La résistance R est de préférence comprise entre 1 ohm et 1 mégohm pour permettre une décharge électrique suffisamment rapide et efficace le cas échéant.

[0078] Le dispositif de mesure 90 est ici branché en parallèle de l'élément résistif 80, sur une deuxième branche 76 du circuit électrique 72 reliée à un deuxième point de contact B2 du tamis 30, espacé du premier point de contact B1, et au point A1 du carter 20.

[0079] Le point A1 de connexion au carter 20 est, du fait du contact électrique entre le rotor 40 et le carter 20, également relié électriquement au rotor 40.

[0080] En fonctionnement normal du broyeur 10, l'interstice 60 de largeur d sépare le rotor 40 et le tamis 30, de sorte qu'un courant électrique ne peut passer directement de l'un à l'autre par ledit interstice. Dans le circuit électrique de contrôle 72, l'interstice 60 équivaut ainsi à un interrupteur ouvert ou à une résistance R_{AB} infinie. La figure 2 illustre le schéma électrique équivalent au montage de la figure 1, en fonctionnement normal.

[0081] Le dispositif 90 est par exemple un ohmmètre, configuré pour mesurer une résistance correspondant à la résistance équivalente entre les points B1 et A1 obtenue par la relation (1)

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \quad (1)$$

Avec :

- R1 la résistance de la première branche 74 du circuit, assimilée à la résistance R de l'élément 80,
- R2 la résistance R_{AB} entre les deux organes de broyage au niveau de l'interstice 60,
- Req la résistance équivalente mesurée par le dispositif de mesure 90.

[0082] En fonctionnement normal du broyeur 10, la résistance R2 est infinie, et la résistance équivalente R_{eq} est sensiblement égale à R1 et donc à la résistance R de l'élément résistif 80 (Schéma équivalent de la figure 2).

[0083] Lorsqu'un corps étranger métallique s'interpose entre les pales 42 du rotor 40 et la paroi 32 du tamis 30, ce corps forme un contact additionnel 99 entre les deux organes de broyage 30, 40. Le corps laisse passer le courant et forme un élément résistif de résistance R_{AB} proche de 0 (l'élément étant métallique et donc conducteur). Dans ce cas, la résistance équivalente R_{eq} mesurée par l'ohmmètre 90 est également proche de 0 (Schéma équivalent de la figure 3). La situation est similaire dans le cas d'un contact direct entre les pales 42 du rotor

40 et la paroi 32 du tamis 30.

[0084] Dans le cas d'un mauvais contact au niveau du point B1 et/ou B2, ou en l'absence de tamis 30, le dispositif de mesure 90 détecte une résistance Req infinie. (Schéma équivalent de la figure 4)

[0085] Les résultats de mesure sont transmis au dispositif de traitement 92 configuré pour détecter, à partir de la valeur de résistance équivalente mesurée, la présence d'un contact électrique additionnel entre les organes de broyage 30, 40. Le dispositif de traitement 92 communique avec l'automate (non illustré) qui pilote le broyeur 10, de sorte qu'une alarme et/ou un arrêt total du broyeur 10 puisse être provoqué en cas de mesure anormale.

[0086] La figure 5 illustre un broyeur selon un deuxième mode de réalisation de l'invention. Contrairement à ce qui a été décrit précédemment en lien avec la figure 1, le dispositif de mesure 90 est ici monté directement aux bornes de l'élément résistif 80. L'élément résistif 80 et le dispositif de mesure 90 sont donc connectés au même point de contact B1 du tamis 30.

[0087] Dans ce cas, en fonctionnement normal du broyeur 10, le dispositif de mesure 90 détecte une résistance égale à la résistance R de l'élément résistif 80. En présence d'un contact électrique entre les deux organes de broyage 30, 40, la résistance mesurée est nulle. Une anomalie de connexion n'est dans ce cas pas détectée.

[0088] Les modes de réalisation décrits ci-dessus ne sont pas limitatifs de la présente invention et de nombreuses variantes pourront être envisagées, notamment :

- Le dispositif de mesure peut par exemple être un multimètre, un ampèremètre ou un voltmètre ou tout autre dispositif adapté.
- Les organes de broyage peuvent être adaptés au type de broyeur de poudre considéré.
- L'élément isolé électriquement du carter peut être l'organe de broyage mobile, ou les deux organes de broyage peuvent être isolés électriquement du carter.

Revendications

1. Broyeur mécanique de poudre (10), notamment broyeur à broche ou broyeur à tamis, en particulier broyeur à tamis conique ou broyeur à marteaux ou broyeur oscillant, comprenant un carter (20) soutenant un premier organe de broyage rotatif (40) et un deuxième organe de broyage (30) fixe par rapport au carter (20), le premier et le deuxième organe de broyage (30, 40) étant séparés l'un de l'autre par un interstice (60) et coopérant dans ledit interstice pour broyer la poudre, chacun desdits premier et deuxième organes (30, 40) étant réalisé dans un matériau conducteur électrique, et le broyeur (10) étant **caractérisé en ce qu'il est muni d'un circuit électrique**

de contrôle (72) réalisant au moins une connexion électrique primaire entre le premier et le deuxième organe de broyage (30, 40), ledit circuit électrique (72) comprenant au moins un dispositif de mesure (90) d'un paramètre électrique dudit circuit (72), et le broyeur (10) comprend en outre un dispositif de traitement (92) configuré pour détecter une connexion additionnelle (99) entre les deux organes de broyage (30, 40), notamment due à la présence d'un corps étranger entre les dits organes, à partir de la valeur mesurée dudit paramètre.

2. Broyeur (10) selon la revendication 1, dans lequel une connexion électrique primaire est réalisée par l'intermédiaire d'au moins un élément résistif (80).
3. Broyeur (10) selon la revendication 2, dans lequel au moins l'un des organes de broyage (30, 40) est relié à la terre par l'intermédiaire dudit élément résistif (80).
4. Broyeur (10) selon la revendication 3, dans lequel le deuxième organe de broyage fixe (30) est relié à la terre par l'intermédiaire dudit élément résistif (80).
5. Broyeur (10) selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans lequel le dispositif de mesure (90) est monté en parallèle dudit élément résistif (80).
6. Broyeur (10) selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, dans lequel l'élément résistif (80) est monté sur une première branche (74) du circuit électrique (72) reliée à un premier point de contact (B1) d'un organe de broyage (30) et le dispositif de mesure (90) est monté sur une deuxième branche (76) du circuit électrique (72) montée en parallèle de la première branche (74) et reliée à un deuxième point de contact (B2) du même organe de broyage (30), espacé du premier point de contact (B1).
7. Broyeur (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le dispositif de mesure (90) est un ohmmètre.
8. Broyeur (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le premier et le deuxième organe de broyage (30, 40) sont physiquement séparés l'un de l'autre par au moins une pièce intermédiaire (50, 52) en matériau non-conducteur, notamment en matériau synthétique, en particulier un matériau polymère, encore plus particulièrement un matériau élastomère.
9. Broyeur (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le premier et le deuxième organe de broyage (30, 40) sont physiquement séparés l'un de l'autre par au moins un revêtement non-conducteur.

10. Broyeur (10) selon la revendication 2 et l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel un élément résistif (80) du circuit de contrôle (72) est formé par au moins une pièce intermédiaire (50, 52) et/ou au moins un revêtement intercalé entre le premier et le deuxième organe de broyage (30, 40). 5
11. Broyeur (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel le deuxième organe de broyage fixe (30) est un tamis. 10
12. Broyeur (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel la largeur maximale (d) de l'interstice (60) entre le premier et le deuxième organe de broyage (30, 40) est comprise entre deux dixièmes de millimètres et dix millimètres. 15
13. Procédé de contrôle d'un broyeur de poudre (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, notamment procédé de détection de corps étrangers conducteurs électriques dans un tel broyeur de poudre et/ou de détection d'une connexion additionnelle entre les organes de broyage d'un tel broyeur, le procédé comprenant au moins les étapes dans lesquelles : 20
- on mesure un paramètre représentatif du circuit électrique de contrôle (72),
 - à partir de la valeur mesurée dudit paramètre, on détecte une connexion additionnelle, par contact direct ou indirect, entre les deux organes de broyage (30, 40). 25 30
14. Procédé de contrôle selon la revendication 13, dans lequel à partir de la valeur mesurée dudit paramètre, on détecte en outre la présence d'une anomalie de connexion dans le circuit électrique de contrôle (72). 35

40

45

50

55

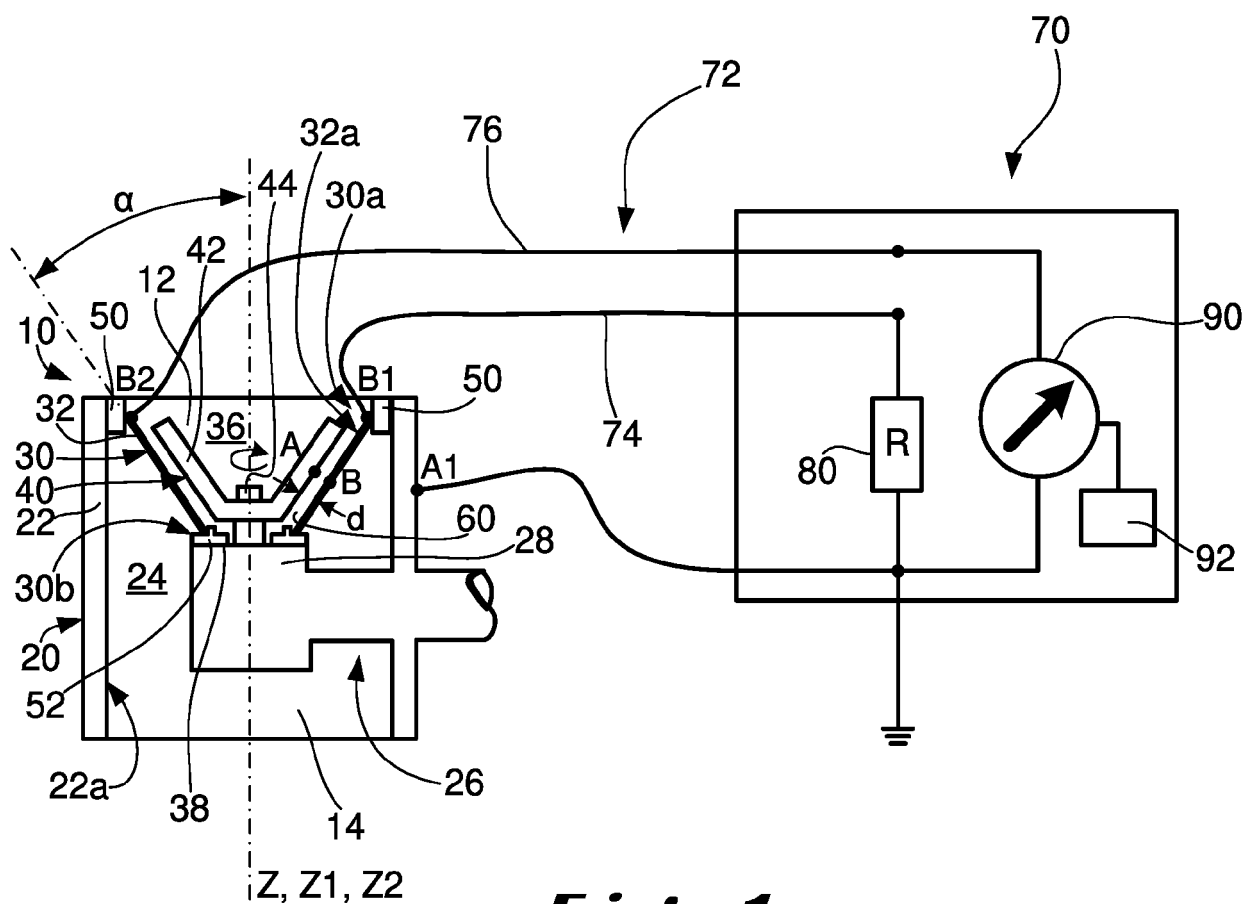


Fig. 1

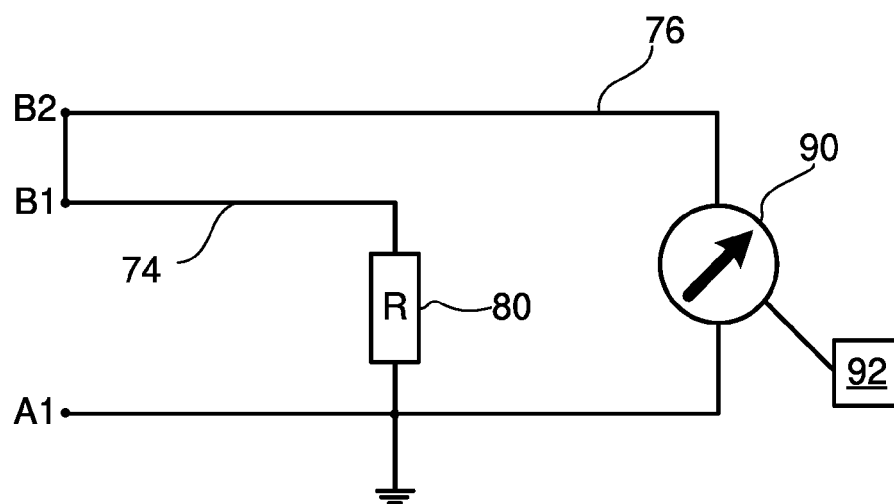


Fig. 2

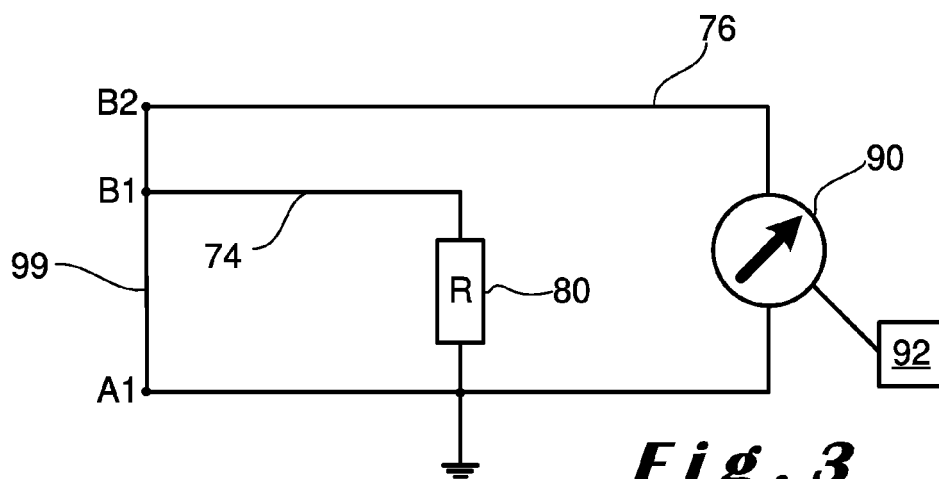


Fig. 3

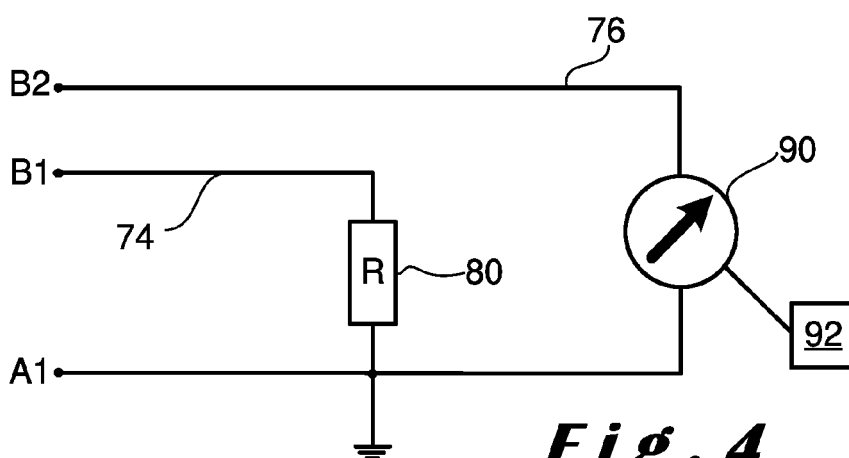


Fig. 4

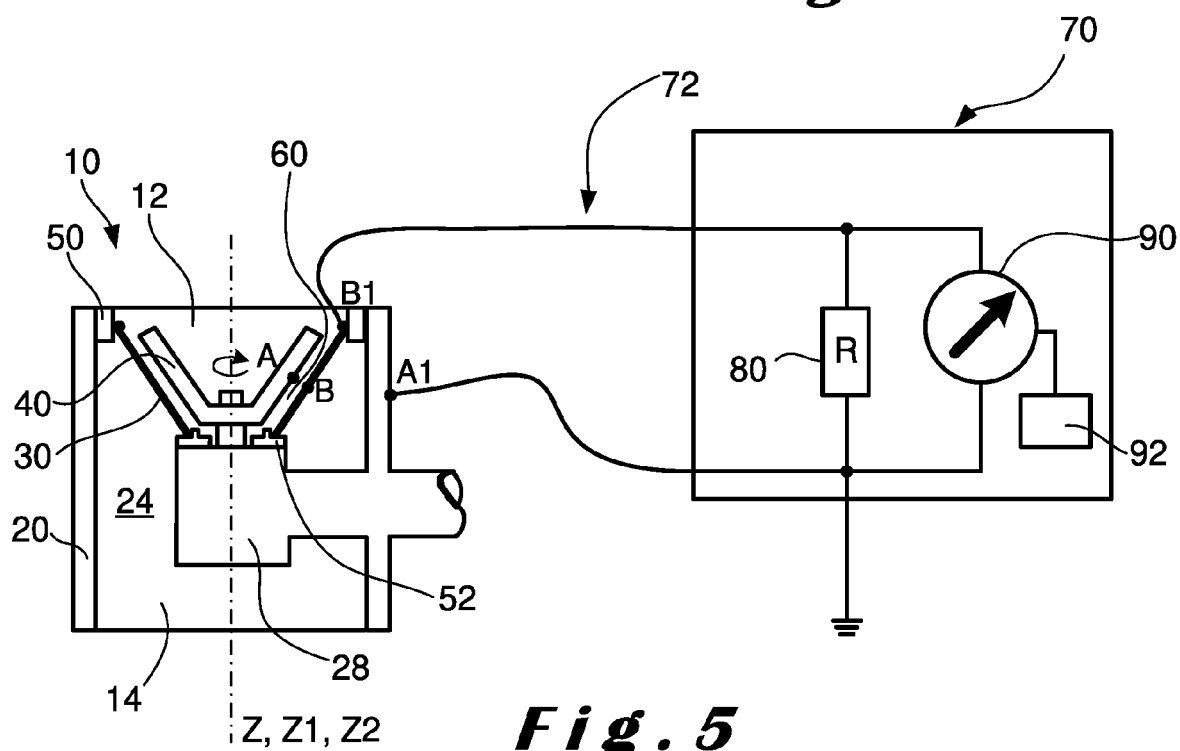


Fig. 5



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 20 8729

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	WO 2014/066921 A1 (WITTMANN KUNSTSTOFFGERÄTE GMBH [AT]) 8 mai 2014 (2014-05-08)	1-5, 7-14	INV. B02C23/04 B02C25/00
A	* page 1, lignes 5-13; figures 1-3 * * page 6, ligne 31 - page 7, ligne 27 * -----	6	
X	DE 12 46 366 B (BABBITLESS SA) 3 août 1967 (1967-08-03)	1-5, 7-14	
A	* colonne 3, ligne 4 - ligne 38; figures 1, 2 * -----	6	
X	WO 2008/129183 A2 (DIAZ RICHARD [FR]; DUTOUR GILLES [FR]) 30 octobre 2008 (2008-10-30)	1-5, 7-14	
A	* page 5, ligne 15 - ligne 35; figure 1 * * page 4, ligne 32 - ligne 37 * -----	6	
X	EP 1 981 641 B1 (EMERSON ELECTRIC CO [US]) 23 novembre 2016 (2016-11-23)	1-5, 7-14	
A	* alinéas [0024], [0031]; figures 1-4 * -----	6	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) B02C
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 5 mars 2024	Examineur Pössinger, Tobias
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 23 20 8729

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.

05-03-2024

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2014066921 A1	08-05-2014	AT 513592 A1	15-05-2014
		WO 2014066921 A1	08-05-2014

DE 1246366 B	03-08-1967	AUCUN	

WO 2008129183 A2	30-10-2008	FR 2914201 A1	03-10-2008
		WO 2008129183 A2	30-10-2008

EP 1981641 B1	23-11-2016	CN 101466471 A	24-06-2009
		EP 1981641 A2	22-10-2008
		ES 2615168 T3	05-06-2017
		JP 2009525866 A	16-07-2009
		US 2007181718 A1	09-08-2007
		WO 2007092320 A2	16-08-2007

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