

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
03 décembre 2020 (03.12.2020)

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2020/240102 A1**

- (51) Classification internationale des brevets : *B04C 5/13* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR2020/000178
- (22) Date de dépôt international : 29 mai 2020 (29.05.2020)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 201941021774 31 mai 2019 (31.05.2019) IN
- (71) Déposant : SAINT-GOBAIN CENTRE DE RECHERCHES ET D'ETUDES EUROPEEN [FR/FR] ; 12 place de l'Iris, tour Saint-Gobain, 92400 COURBEVOIE (FR).
- (72) Inventeurs : KUMAR DOSHI, Shailesh ; B 57, Nilamber Vila, Kubereswar Road, Waghodia-Dabhoi, Ring Road, Vadodara - 390015, GUJARAT (IN). NANDI, Subhasis ; 201 Motherland Apartment, Ganesha Temple Road, Kamahalli, Bangalore - 560084, KARNATAKA (IN). ROULET, Frédéric ; 79 allée des Tympanons, 13300 SALON DE PROVENCE (FR).
- (74) Mandataire : SAINT-GOBAIN RECHERCHE ; Département Propriété Industrielle, A l'attention de Monsieur LUCAS François, 39 quai Lucien Lefranc - BP 135, 93303 AUBERVILLIERS cedex (FR).
- (81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: CYCLONE PREHEATER VORTEX DETECTOR FOR THE CEMENT INDUSTRY, BASED ON SINTERED SILICON CARBIDE

(54) Titre : DETECTEUR DE VORTEX DE PRECHAUFFEUR A CYCLONE POUR L'INDUSTRIE CIMENTIERE A BASE DE CARBURE DE SILICIUM FRITTE

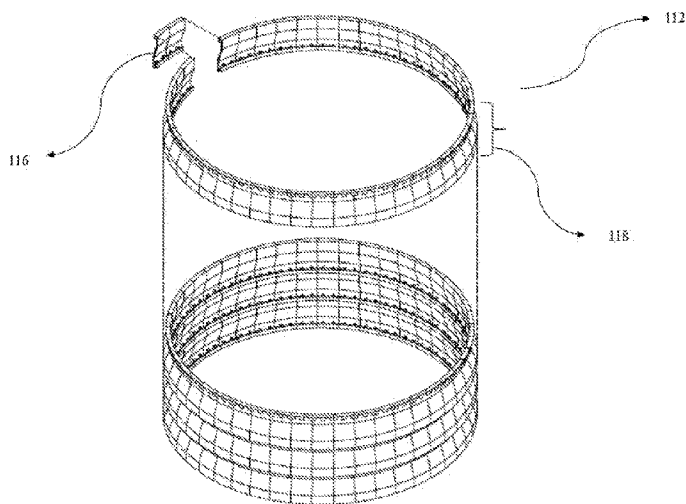


FIG. 3

(57) Abstract: Vortex detector (112) for a cyclonic separator (100), comprising a plurality of rings (118) stacked one on another and secured to one another; each ring (118) comprising a plurality of nesting elements (116) which are aligned on a given level; the nesting elements (116) of one of the rings (118) being suspended under the force of gravity and each nesting element (116) being connected to another nesting element (116) of another ring (118), and in turn joining the rings (118) to one another so as to form a closed annular assembly; at least one nesting element (116) comprising a sintered silicon carbide material.

(57) Abrégé : Détecteur de vortex (112) pour un séparateur cyclonique (100) comprenant une pluralité d'anneaux (118) empilés les uns sur les autres et fixés les uns aux autres; chaque anneau (118) comprenant une pluralité d'éléments à emboîtement (116) qui sont

[Suite sur la page suivante]



WO 2020/240102 A1

HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

**(84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée:**

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))

---

alignés sur un même niveau; les éléments à emboîtement (116) de l'un des anneaux (118) étant suspendus sous la force de gravité et chaque élément à emboîtement (116) étant relié à un autre élément à emboîtement (116) d'un autre anneau (118), à son tour, assurant la jonction des anneaux (118) entre eux de manière à former un ensemble annulaire fermé; au moins un élément à emboîtement (116) comprenant un matériau en carbure de silicium fritté.

DETECTEUR DE VORTEX DE PRECHAUFFEUR A CYCLONE POUR  
L'INDUSTRIE CIMENTIERE A BASE DE CARBURE DE SILICIUM FRITTE

### **Domaine technique**

[0001] La présente invention concerne un séparateur cyclonique pour séparer des solides de gaz, et plus particulièrement un détecteur de vortex ou capteur de tourbillon (aussi appelé “vortex finder” selon le terme anglo-saxon) d'un séparateur cyclonique présentant une performance améliorée et une maintenance réduite.

### **Technique antérieure**

[0002] La description de l'art antérieur inclut des informations qui sont utiles pour la compréhension de la présente invention. Il n'est pas considéré que toutes les informations fournies ici sont du domaine de l'art antérieur pertinent vis à vis de la présente invention telle que revendiquée ou que toute publication spécifiquement ou implicitement référencée fait obligatoirement partie de l'art antérieur opposable.

[0003] Un séparateur cyclonique est un réceptacle cylindrique ou conique destiné à retirer les particules solides d'un flux gazeux ou d'un écoulement de liquide sans recours à un filtre dans le domaine industriel tel que les cimenteries. Il utilise l'effet de rotation et de la gravité pour séparer ces mélanges. L'air circule de manière hélicoïdale formant un vortex ou tourbillon externe et interne. Le tourbillon externe sépare les plus grosses particules solides présentes dans le gaz et le vortex interne sépare les particules fines.

[0004] Le courant de gaz chargé de particules solides est introduit dans le cyclone selon un angle et tournoie de manière cyclonique formant un vortex ou tourbillon extérieur afin de séparer les plus grosses particules dudit courant gazeux par force centrifuge. La force centrifuge créée par l'action cyclonique pousse les particules les plus grosses ou les plus lourdes contre la paroi du séparateur cyclonique. Après avoir heurté la paroi, ces particules tombent dans une trémie (ou

« hopper » selon le terme anglo-saxon) située en dessous. Puis, le courant de gazeux arrive au bas du séparateur cyclonique, le flux de gaz se retourne en tournoyant vers le haut, entraînant les particules les plus fines ou les plus légères par un échappement ou une sortie appelé détecteur de vortex ou capteur de tourbillon (ou “vortex finder” selon le terme usuel anglo-saxon) ou également dénommé tube plongeur ou tubulure d’immersion (respectivement “dip tube/pipe” ou “immersion tube/pipe” selon les termes anglo-saxons).

**[0005]** Le détecteur de vortex est un composant classique des séparateurs cycloniques. Les détecteurs de vortex de séparateurs cycloniques ont une forme tubulaire et extraient les particules légères depuis le bas vers le haut. Le détecteur de vortex est composé d’anneaux ou de rangs de plaques inter-verrouillées « interlocked plates » selon le terme anglo-saxon) faites de métal et superposées de manière à former une structure annulaire.

**[0006]** Actuellement, les détecteurs vortex qui sont réalisés en métal sont naturellement sujets à des contraintes sévères de type mécanique, chimique et thermique. Ces métaux sont fortement instables à haute température ce qui conduit à de graves déformations, une forte abrasion, une attaque chimique et une corrosion importantes. Les parties usées provoquent selon le temps une fuite thermique et une perte de charge dans le séparateur cyclonique. Afin de maintenir la chaleur et la pression dans le séparateur cyclonique, le détecteur de vortex doit être régulièrement remplacé. De plus, la structure métallique est beaucoup plus lourde qu’en céramique car le métal est intrinsèquement par nature lourd, et son poids doit être supporté par le dispositif de séparation cyclonique, conduisant à encore plus de contraintes pour celui-ci. Il existe par conséquent un besoin de remplacement du métal par d’autres matériaux appropriés capables de surmonter les insuffisances précitées.

**[0007]** Le brevet US 4,505,051A dévoile une sorte de détecteur de vortex qui non homogène. Il est composé d’un métal réfractaire à sa partie supérieure et d’un matériau céramique pour sa partie inférieure. Selon ce brevet l’avantage est une durée de vie du détecteur de vortex considérablement augmentée par rapport aux systèmes conventionnels. Un tel détecteur de vortex présente cependant des limitations car sa moitié supérieure est encore composée de métal qui ne va pas

résister à de fortes contraintes mécaniques, chimiques ou thermiques. De plus, ce brevet ne décrit pas quels matériaux céramiques particuliers devraient être employés.

**[0008]** Par conséquent, afin de minimiser l'utilisation de métal dans un détecteur de vortex et réduire la maintenance et augmenter la performance de séparateurs cycloniques, d'autres matériaux sont à explorer. La présente invention fournit un détecteur de vortex ou tube plongeur fait principalement de céramique. La possibilité de déformation, de corrosion et d'érosion est réduite lorsqu'un matériau céramique est employé. De plus, le matériau céramique est plus résistant et présente un poids plus faible et peu supporter de fortes contraintes sans déformation ou perte thermique. La présente invention dévoile un détecteur de vortex principalement constitué de céramique qui n'est pas seulement réfractaire mais qui résiste également aux contraintes mécaniques les plus sévères. Afin de renforcer l'assemblage, des composants métalliques peuvent être utilisés seulement pour le verrouillage supplémentaire pour les parties soumises à un impact mécanique élevé et une exposition plus faible à l'érosion et la corrosion.

### **Exposé de l'invention**

**[0009]** Selon un aspect, la présente invention dévoile un détecteur de vortex ou tube plongeur de séparateur cyclonique à base de carbure de silicium fritté. Un détecteur de vortex 112 d'un séparateur de cyclone 100 comprenant une pluralité d'anneaux ou rangs 118 empilés les uns sur les autres et sécurisés les uns par rapport aux autres. Chaque anneau 118 comprend une pluralité d'éléments à emboîtement 116 (ou interlocking members en anglais) qui sont alignés sur un même niveau. Les éléments à emboîtement 116 de l'un des anneaux 118 sont suspendus sous l'action de la force de gravité et chaque élément à emboîtement 116 est relié à un autre élément à emboîtement 116 d'un autre anneau 118, à son tour, assurant la jonction des anneaux 118 entre eux de manière à former un ensemble annulaire fermé. Au moins un élément à emboîtement 116 comprend un matériau en carbure de silicium fritté entre 800 °C et 2500°C, de préférence entre 1000°C et 2300°C, de manière plus préférée entre 1200°C et 2000°C.

[0010] Le carbure de silicium fritté a un coefficient d'expansion thermique compris entre  $4 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{K}^{-1}$  et  $5.1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{K}^{-1}$  mesuré entre la température ambiante et  $1000^\circ\text{C}$  selon la norme ASTM C832, une densité comprise entre  $2,40 \text{ g/cm}^3$  (ou d'au moins  $2,45 \text{ g/cm}^3$ ) et  $3,13 \text{ g/cm}^3$ , une conductivité thermique entre  $8 \text{ W/m.K}$  et  $130 \text{ W/m.K}$  mesuré entre la température ambiante et  $1200^\circ\text{C}$  selon la norme ASTM E1461, une résistance à l'abrasion dans la gamme de  $0,25 \text{ cm}^3$  à  $6 \text{ cm}^3$  mesurée selon la norme ASTM C704, un module de rupture (en flexion) compris entre  $15 \text{ MPa}$  et  $600 \text{ MPa}$  mesuré selon la norme ASTM C133, une résistance mécanique à l'écrasement à froid entre  $45 \text{ MPa}$  et  $4000 \text{ MPa}$  mesurée selon la norme ASTM C133 et une température maximale d'utilisation entre  $1300^\circ\text{C}$  to  $2200 \text{ }^\circ\text{C}$ .

[0011] D'autres caractéristiques et aspect de l'invention seront plus apparents dans la description détaillée suivant et les figures l'accompagnant.

Brève description des figures:

[0012] Les modes de réalisation qui sont illustrés dans les figures suivantes le sont à titre d'exemple ne sont pas limitatifs

[0013] La FIG. 1 illustre un séparateur cyclonique selon un mode de réalisation de la présente invention ;

[0014] La FIG. 2 illustre un détecteur de vortex ou capteur de tourbillon selon un mode de réalisation de la présente invention;

[0015] La FIG. 3 illustre une vue en coupe d'un détecteur de vortex selon un mode de réalisation de la présente invention;

[0016] La FIG. 4 illustre un élément à emboîtement d'un détecteur de vortex selon un mode de réalisation de la présente invention;

[0017] La FIG. 5 illustre un organigramme relatif à une méthode de fabrication d'un matériau en carbure de silicium fritté de l'élément à emboîtement du détecteur de vortex selon un mode de réalisation de la présente invention;

[0018] L'homme de la technique sait apprécier les éléments dans les figures illustrées avec simplicité et clarté qui ne sont pas nécessairement réalisés à l'échelle. Par exemple, les dimensions d'un des éléments dans les figures peuvent

être exagérées par rapport à d'autres éléments afin de permettre une meilleure compréhension des modes de réalisation selon l'invention.

### Detailed Description

**[0019]** La présente invention concerne un détecteur de vortex à base de carbure de silicium fritté d'un séparateur cyclonique d'une installation de calcination de ciment clinker approprié à un usage dans des conditions de haute température et présentant un faible coefficient d'expansion thermique et une résistance élevée à la corrosion et à la chaleur. La possibilité de fissuration générée par le choc thermique est considérablement réduite par l'usage d'un détecteur de vortex à base de carbure de silicium fritté. Cela augmente la durée de vie du détecteur de vortex et a un fort impact économique. Le détecteur de vortex est appelé aussi tube d'immersion (« immersion tube » selon le terme anglo-saxon) ou tube plongeur (« dip tube selon le terme anglo-saxon) ou même « thimble » selon le terme anglo-saxon.

**[0020]** La FIG. 1 illustre un séparateur cyclonique 100. Le séparateur cyclonique 100 comprend un logement 102, un réservoir cyclonique 110, une admission de gaz 104, une sortie de gaz 106, une sortie de particules 108 et un détecteur de vortex 112. Le courant gazeux chargé en particules solides est amené dans le logement 102 par l'admission 104. Les particules sont séparées dans le réservoir du cyclone 110. Les particules les plus grosses ou les plus lourdes tombent dans la tubulure de sortie 108. Les particules les plus fines ou les plus légères sont entraînées vers le haut dans le détecteur de vortex 112. Le détecteur de vortex 112 débouche vers la sortie de gaz 106. Les particules les plus légères sont retirées par la sortie de gaz 106. Le détecteur de vortex 112 est situé au centre du logement 102 au sein du séparateur cyclonique 100 et suspendu à l'aide d'un anneau de support 114 en partie supérieure du logement 102 du séparateur cyclonique 100 et se déploie dans le logement 102.

**[0021]** La FIG. 2 illustre un détecteur de vortex 112 à base de carbure de silicium fritté d'un séparateur cyclonique 100 selon une vue en perspective. La FIG. 3 illustre une vue en coupe d'un détecteur de vortex 112. Le détecteur de vortex 112 est composé d'une pluralité d'anneaux interconnectés 118 assemblés

les uns aux autres par leur partie supérieure afin de former le détecteur de vortex 112. Le rang ou anneau 118 comprend une pluralité d'éléments à emboîtement (interlocking members) 116 qui sont alignés sur un même niveau. Les d'éléments à emboîtement 116 ont une forme similaire et sont fabriqués en carbure de silicium fritté. Les éléments à emboîtement 116 du premier rang ou anneau 118 du haut du détecteur de vortex 112 sont suspendus par un anneau de support 114 (non montré sur la figure) du logement 102 (non montré) du séparateur cyclonique 100 (non montré). Au moins un rang 118 ou les autres sont maintenus par une ceinture ou un moyen équivalent. Les éléments à emboîtement 116 d'un des anneaux 118 inférieur sont suspendus sous la force de gravité par les éléments à emboîtement d'un anneau supérieur 118. Ce positionnement successif d'anneaux adjoints permet de former un assemblage d'anneaux fermés. Un élément supplémentaire de verrouillage peut ou non être appliqué au cas par cas selon la sévérité des vibrations ou des turbulences dans le détecteur de vortex. Dans chaque cas, cela est conçu après évaluation de la manière dont l'auto-verrouillage des éléments à emboîtement 116 d'un anneau 118 va apporter la force de verrouillage adéquate ou non.

**[0022]** Selon un mode de réalisation les composants du détecteur de vortex 112 sont réalisés principalement de carbure de silicium fritté. La cuisson ou frittage du carbure de silicium est réalisée à une température comprise entre 800 °C et 2500°C, de préférence entre 1000°C et 2300°C, de manière plus préférée entre 1200°C et 2000°C. Le carbure de silicium est fritté dans une atmosphère de gaz choisis parmi l'oxygène, l'azote, l'argon ou une combinaison de ces gaz. Le carbure de silicium fritté montre des propriétés de grande dureté, faible densité en comparaison du métal et une faible porosité, une bonne résistance à l'usure, une excellente résistance à la corrosion, un faible coefficient d'expansion thermique et une conductivité thermique élevée en comparaison d'autre céramiques. Le carbure de silicium fritté présente de préférence un coefficient d'expansion thermique compris entre  $4 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{K}^{-1}$  et  $5.1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{K}^{-1}$ , mesuré entre la température ambiante et 1000°C selon la norme ASTM C832 et/ou une densité apparente comprise entre au moins 2.45 et 3.13 g/cm<sup>3</sup> et/ou une conductivité thermique entre 8 W/m.K et 130 W/m.K mesuré entre la température ambiante et 1200°C selon la norme ASTM



E1461 et/ou une résistance à l'abrasion dans la gamme de 0,25 cm<sup>3</sup> à 6 cm<sup>3</sup> mesurée selon la norme ASTM C704 et/ou un module de rupture compris entre 15MPa et 600 MPa mesuré selon la norme ASTM C133 et/ou une résistance mécanique à l'écrasement à froid entre 45 MPa et 4000 MPa mesurée selon la norme ASTM C133 et une température maximale d'utilisation entre 1300°C to 2200 °C.

**[0023]** Selon un mode possible, le carbure de silicium fritté selon l'invention est soit lié par lui-même (« self-bonded » en anglais) soit lié à d'autres matériaux. Beaucoup de systèmes de liaison sont utilisés pour fritter du carbure de silicium, par exemple l'alumine, la mullite, un oxyde, l'argile, un nitrure, un oxynitrure, un SiAlON, la liaison par du SiC lui-même ou « auto-lié » (« self-bonded » en anglais), la recristallisation, sont quelques systèmes mais l'invention n'est pas limitée à ceux-ci. Dans le cas du carbure de silicium auto-lié, les grains de carbure de silicium (SiC) sont liés par une matrice de SiC ou liés entre eux directement. Parmi les carbure de silicium auto-liés figurent du carbure de silicium dense et le carbure de silicium recristallisé. Le carbure de silicium recristallisé est obtenu par recristallisation via l'évaporation et la recondensation d'un mélange de matière première de SiC à une température supérieure à 2200°C dans une atmosphère inerte (habituellement d'argon) typiquement dans des fours à induction. Ce procédé solidifie la microstructure du carbure de silicium et conduit à un matériau appelé carbure de silicium recristallisé. Dans le cas du carbure de silicium liée par une phase silicate oxyde, les grains de SiC sont mélangés avec des silicates tels que l'argile, la mullite et le mélange est cuit en four à gaz sous atmosphère oxydante à une température typiquement jusqu'à 1400°C. Le carbure de silicium liée par oxyde est formé à partir d'un mélange de particules de SiC et de matériaux tels que des oxydes métalliques, comme par exemple l'oxyde d'aluminium et/ou l'oxyde de silicium. Le mélange est ensuite cuit sous atmosphère oxydante qui oxyde en partie les particules carbure de silicium et une liaison se produit entre les particules de SiC et la silice générée par l'oxydation partielle des particules de SiC. Le carbure de silicium lié azote est obtenu par cuisson de mélanges de carbure de silicium de haute pureté, du silicium ou des additifs minéraux dans une atmosphère azotée à haute température (typiquement 1350°C à 1450°C). Le carbure de silicium

peut être lié par une phase de nitrure de silicium ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) qui se forme pendant la cuisson. Le carbure de silicium lié oxynitrure est formé à partir de carbure de silicium, de silicium et d'additifs minéraux cuit sous atmosphère d'azote et éventuellement d'oxygène. Les SiAlON habituellement décrits dans le diagramme quaternaire  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-AlN-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  sont formés par réaction entre différents précurseurs tels que du nitrure de silicium ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), d'oxyde d'aluminium ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) et du nitrure d'aluminium (AlN). Ces précurseurs sont initialement présents ou des composants intermédiaires obtenus lors de la réaction de formation de la matrice liant les grains de carbure de silicium.

**[0024]** L'avantage de l'utilisation de divers variétés de carbure de silicium frittés qui présentent une large gamme de propriétés est de permettre d'utiliser le matériau approprié pour les différents composants du détecteur de vortex 112 en fonction des exigences de conception de chaque vortex.

**[0025]** Selon un mode possible, les éléments à emboîtement (interlocking members) 116 sont en carbure de silicium fritté. Selon un mode préféré, la majorité des éléments à emboîtement comprend du carbure de silicium fritté. La majorité signifie plus de 50% en nombre, de préférence plus de 70% ou a minima plus de 80% des éléments à emboîtement comprend du carbure de silicium fritté.

**[0026]** Selon un mode possible les éléments à emboîtement (interlocking members) 116 ont un profil en Z mais l'invention n'est pas limitée à ce profil particulier. Tout carbure de silicium auto-lié ou lié par un autre matériau peut être utilisé en fonction des exigences de conception du détecteur de vortex.

**[0027]** La FIG. 4 illustre un exemple de profil d'élément à emboîtement (interlocking members) 116. Le profil en forme de Z comprend une base 120 avec deux flasques ou brides latérales ("lateral flanges" en langage anglo-saxon) où une première bride 122 et une deuxième bride 124 s'étendent dans une direction opposée l'une à l'autre. La première bride 122 comprend au moins 2 ou plusieurs autres dents saillant vers le haut. La deuxième bride 124 comprend au moins 2 voire plusieurs autres ouvertures traversantes (pass-through openings). Les dents de la première bride 122 de l'élément à emboîtement (interlocking members) 116 en forme de Z d'un rang ou anneau 118 (non montré) s'engagent dans les ouvertures de la deuxième bride 124 d'un élément à emboîtement (interlocking

members) 116 en forme de Z d'un autre rang ou anneau 118 (non montré). Les formes représentées ne sont pas limitatives et peuvent être adaptées en fonction de la conception du détecteur de vortex. En particulier, la base 120 peut être essentiellement plate et/ou comprendre une nervure en forme de croix parallèle ou le long des diagonales d'au moins une des faces de la base 120.

**[0028]** La FIG. 5 illustre un organigramme relatif à une méthode 500 de fabrication d'un matériau en carbure de silicium fritté de l'élément à emboîtement 116 du détecteur de vortex 112 d'un séparateur cyclonique 100 selon un mode de réalisation de la présente invention. L'étape 501 inclut la réalisation d'un mélange de matières premières. Les matières premières comprennent du carbure de silicium seul ou avec d'autres matériaux de liaison selon les propriétés requises et fonctions particulières. Les matériaux de liaison peuvent être sélectionnés par de l'argile, de la mullite, du silicium ou des oxydes métalliques, les oxydes métalliques comprenant en particulier de l'alumine et/ou de la silice. Les matières premières sont pesées selon une proportion particulière et mélangées à l'aide d'un malaxeur ou d'un broyeur à boulets ou un tourne-jarre. L'étape 502 inclut la mise en forme du mélange afin de réaliser un corps préformé ou façonné selon différents procédés tels que le pressage, le vibro-pressage ou diverses techniques de coulage. L'étape 503 inclut le séchage du corps façonné par séchage à l'air ou dans une étuve à basse température. L'étape 504 inclut la cuisson du corps façonné séché entre 800 °C et 2500°C, de préférence entre 1000°C et 2300°C, de manière plus préférée entre 1200°C et 2000°C, dans un four de frittage sous atmosphère inerte, d'oxygène ou d'azote.

## Exemples

### Exemple 1

**[0029]** Le tableau ci-dessous indique les températures de frittage des différents types de carbure de silicium.

Tableau 1 : Température de frittage

| Sr. No. | Type de carbure de silicium        | Temperature (°C) |
|---------|------------------------------------|------------------|
| 1       | Carbure de silicium lié par argile | 800 - 1500       |

|    |  |             |
|----|--|-------------|
| 2  | Carbure de silicium lié par alumine      | 800 - 1600  |
| 3  | Carbure de silicium lié par oxyde        | 1000 - 1600 |
| 4  | Carbure de silicium lié par nitrure      | 1000 - 1600 |
| 5  | Carbure de silicium lié par oxynitrure   | 1000 - 1600 |
| 6  | Carbure de silicium lié par Sialon       | 1000 - 1600 |
| 7  | Carbure de silicium recristallisé        | 1800 - 2500 |
| 8  | Carbure de Silicium infiltré de silicium | 1800 - 2400 |
| 9  | Carbure de silicium fritté dense         | 2200 – 2500 |
| 10 | Carbure de silicium lié par mullite      | 1000 - 1600 |

Exemple 2

**[0030]** Le tableau ci-dessous présente les propriétés physiques de différents types de carbure de silicium fritté.

Tableau 2 : Propriétés physiques

| Type de SiC fritté                               | Coefficient de dilatation thermique (ASTM C832)  | Conductivité thermique (ASTM E1461) | Densité (ASTM C20)   | Abrasion Résistance à l'abrasion (ASTM C704) | Module de Rupture en flexion (ASTM C133) | Résistance à l'écrasement à froid (ASTM C133) | Temperature maximale d'utilisation |
|--|--|-------------------------------------|----------------------|--|--|---|------------------------------------|
|  | (°K <sup>-1</sup> )<br>Entre l'ambiante et 800°C | (W/m.K)<br>à temperature ambiante   | (g/cm <sup>3</sup> ) | (cm <sup>3</sup> )<br>à temperature ambiante | (Mpa) at RT<br>à temperature ambiante    | (Mpa)<br>à temperature ambiante               | (°C)                               |
| Carbure de silicium fritté dense                 | 4.02 * 10 <sup>-6</sup>                          | 100 - 130                           | 3.1                  | 0.25 - 0.45                                  | 550                                      | 3800 - 4000                                   | 1900                               |
| Carbure de silicium recristallisé                | 4.80 * 10 <sup>-6</sup>                          | 25 - 30                             | 2.7                  | 0.8 - 1.0                                    | 70-80                                    | 1500 - 2000                                   | 1600                               |
| Carbure de silicium lié par de l'alumine         | 5.4 * 10 <sup>-6</sup>                           | 5 - 7                               | 2.7                  | 3.0 - 5.0                                    | 15 - 25                                  | 130 - 150                                     | 1450                               |
| Carbure de silicium lié par de l'argile          | 4.7 * 10 <sup>-6</sup>                           | 10 - 15                             | 2.45                 | 3.5 - 5.5                                    | 15-20                                    | 45-60   | 1400                               |
| Carbure de silicium lié par de la Mullite        | 4.7 * 10 <sup>-6</sup>                           | 10 - 15                             | 2.45                 | 3.0 - 4.0                                    | 25 - 30                                  | 50 - 55                                       | 1400                               |
| Carbure de silicium infiltré par le silicium     | 4.3 * 10 <sup>-6</sup>                           | 35 - 38                             | 3.0-3.13             | 0.65 - 0.85                                  | 180 - 250                                | 2500 - 3000                                   | 1300                               |
| Carbure de silicium lié par un oxyde de silicium | 4.6 * 10 <sup>-6</sup>                           | 08 - 15                             | 2.7                  | 5.5 - 6.0                                    | 20-25                                    | 60 - 70                                       | 1500                               |
| Carbure de silicium lié par un nitrure           | 4.4 * 10 <sup>-6</sup>                           | 18 - 22                             | 2.8                  | 1.0 - 2.0                                    | 35-40                                    | 120 - 150                                     | 1550                               |
| Carbure de silicium lié par un oxynitrure        | 5.1 * 10 <sup>-6</sup>                           | 18 - 22                             | 2.62                 | 1.0 - 1.5                                    | 45-50                                    | 130 - 150                                     | 1550                               |
| Carbure de silicium lié par un Sialon            | 4.5 * 10 <sup>-6</sup>                           | 15 - 18                             | 2.7                  | 0.8 - 1.4                                    | 55-60                                    | 150 - 200                                     | 1600                               |

[0031] Les différents types de carbure de silicium fritté ont une conductivité thermique élevée et un faible coefficient de dilatation thermique ; par conséquent, il est très résistant aux chocs thermiques et survit à des cycles thermiques rapides par rapport à d'autres matériaux.

[0032] La résistance à l'abrasion est généralement associée à une grande dureté et à une grande résistance mécanique. L'extrême dureté rend le carbure de silicium fritté résistant à l'usure et à l'érosion dans des conditions d'abrasion mécanique.

[0033] Il faut noter que toutes les activités décrites précédemment dans la description générale ou les exemples ne sont pas requises, qu'une partie d'une activité spécifique peut ne pas être requise et qu'une ou plusieurs autres activités peuvent être effectuées en plus de celles décrites. En outre, l'ordre dans lequel les activités sont énumérées n'est pas nécessairement l'ordre dans lequel elles sont exécutées.

[0034] Les bénéfices, les autres avantages et les solutions aux problèmes ont été décrits ci-dessus en ce qui concerne des modes de réalisation spécifiques. Toutefois, les avantages, les bénéfices, les solutions aux problèmes et toute(s) caractéristique(s) qui pourrait(ent) entraîner un avantage, un bénéfice ou une solution ou les rendre plus prononcés, ne doivent pas être interprétés comme une caractéristique critique, requise ou essentielle d'une ou de toutes les revendications.

[0035] La spécification et les illustrations des modes de réalisation décrits ici ont pour but de fournir une compréhension générale de la structure des différentes modes. La description et les illustrations ne sont pas destinées à servir de description exhaustive et complète de tous les éléments et caractéristiques des appareils et systèmes qui utilisent les structures ou méthodes décrites ici. Par souci de clarté, certaines caractéristiques décrites dans le présent document dans le contexte de modes de réalisation distincts peuvent également être fournies en combinaison dans une seule réalisation. Inversement, certaines caractéristiques qui

sont, par souci de concision, décrites dans le contexte d'une seule réalisation, peuvent également être fournies séparément ou dans une sous-combinaison. En outre, la référence aux valeurs indiquées dans les intervalles comprend chaque valeur de cet intervalle. De nombreuses autres formes de réalisation ne peuvent être apparentes pour les artisans qualifiés qu'après avoir lu la présente description. D'autres formes de réalisation peuvent être utilisées et dérivées de la divulgation, de sorte qu'une substitution structurelle, une substitution logique ou un autre changement peut être effectué sans s'écarter de la portée de la divulgation. En conséquence, l'information doit être considérée comme illustrative plutôt que restrictive.

**[0036]** La description combinée aux figures est fournie pour aider à comprendre les enseignements divulgués ici, est fournie pour aider à décrire les enseignements, et ne doit pas être interprétée comme une limitation de la portée ou de l'applicabilité des enseignements. Cependant, d'autres enseignements peuvent certainement être utilisés dans cette application.

**[0037]** Tels qu'ils sont utilisés dans le présent document, les termes "comprend", "inclut", "incluant", "a", "ayant" ou toute autre variante de ces termes, sont destinés à couvrir une inclusion non exclusive. Par exemple, une méthode, un article ou un appareil qui comprend une liste de caractéristiques n'est pas nécessairement limité à ces caractéristiques mais peut inclure d'autres caractéristiques qui ne sont pas expressément énumérées ou inhérentes à cette méthode, cet article ou cet appareil. En outre, sauf indication contraire expresse, "ou" fait référence à un "ou" inclusif et non à un "ou" exclusif. Par exemple, une condition A ou B est satisfaite par l'un des éléments suivants : A est vrai (ou présent) et B est faux (ou absent), A est faux (ou absent) et B est vrai (ou présent), et A et B sont tous deux vrais (ou présents).

**[0038]** De même, l'utilisation de "un" ou "une" est employée pour décrire les éléments et les composants décrits ici. Ceci est fait simplement par commodité et pour donner une idée générale de la portée de l'invention. Cette description doit être lue comme incluant un ou au moins un et le singulier inclut également le pluriel, ou vice versa, sauf s'il est clair qu'il en est autrement. Par exemple,

lorsqu'un seul élément est décrit ici, plusieurs éléments peuvent être utilisés à la place d'un seul élément. De même, lorsque plus d'un élément est décrit ici, un seul élément peut être substitué à plusieurs éléments.

**[0039]** Sauf définition contraire, tous les termes techniques et scientifiques utilisés dans le présent document ont la même signification que celle qui leur est communément attribuée par les spécialistes de l'art auquel appartient cette invention. Les matériaux, les méthodes et les exemples ne sont donnés qu'à titre d'illustration et ne sont pas destinés à être limitatifs. Dans la mesure où certains détails concernant des matériaux spécifiques et des actes de transformation ne sont pas décrits, ces détails peuvent inclure des approches conventionnelles, qui peuvent être trouvées dans des livres de référence et d'autres sources dans les arts de la fabrication.

**[0040]** Bien que certains aspects de la présente divulgation aient été particulièrement montrés et décrits en référence aux réalisations ci-dessus, il sera compris par les spécialistes que diverses réalisations supplémentaires peuvent être envisagées par la modification des machines, systèmes et méthodes divulgués sans s'écarter de l'esprit et de la portée de ce qui est divulgué. De telles réalisations doivent être comprises comme entrant dans le champ d'application de la présente divulgation, tel qu'il est déterminé sur la base des revendications et de leurs équivalents.



Liste des indicesDETECTEUR VORTEX DE PRECHAUFFEUR A CYCLONE POUR  
L'INDUSTRIE CIMENTIERE A BASE DE CARBURE DE SILICIUM FRITTE

|     |   |
|-----|---|
| 100 | séparateur cyclonique                           |
| 102 | logement  |
| 104 | admission de gaz                                |
| 106 | sortie de gaz                                   |
| 108 | sortie de particules                            |
| 110 | réservoir du cyclone                            |
| 112 | détecteur vortex ou tube plongeur Vortex Finder |
| 114 | anneau de support                               |
| 116 | élément à emboîtement                           |
| 118 | anneau  |
| 120 | base  |
| 122 | première bride ou flasque                       |
| 124 | deuxième bride ou flasque                       |
| 500 | Méthode   |
| 501 | étape   |
| 502 | étape   |
| 503 | étape   |
| 504 | étape   |

## REVENDICATIONS

1. Détecteur de vortex (vortex finder) 112 pour un séparateur cyclonique 100 comprenant :
  - une pluralité d'anneaux 118 empilés les uns sur les autres et fixés les uns aux autres ;
  - dans lequel chaque anneau 118 comprend une pluralité d'éléments à emboîtement (interlocking members) 116 qui sont alignés sur un même niveau ;
  - dans lequel les éléments à emboîtement 116 de l'un des anneaux 118 sont suspendus sous la force de gravité et chaque élément à emboîtement 116 est relié à un autre élément à emboîtement 116 d'un autre anneau 118, à son tour, assurant la jonction des anneaux 118 entre eux de manière à former un ensemble annulaire fermé ;
  - dans lequel au moins un élément à emboîtement 116 comprend un matériau en carbure de silicium fritté ;
  - dans lequel le carbure de silicium fritté présente une densité comprise entre 2,40 et 3,13 g/cm<sup>3</sup> au moins et un module de rupture compris entre 15MPa et 600 MPa mesuré selon la norme ASTM C133.
2. Détecteur de vortex 112 pour un séparateur cyclone 100 selon la revendication 1, dans lequel le carbure de silicium fritté a une résistance à l'abrasion dans la gamme de 0,25 cm<sup>3</sup> à 6 cm<sup>3</sup> mesurée selon la norme ASTM C704.
3. Détecteur de vortex 112 pour un séparateur cyclonique 100 selon la revendication 1, dont les éléments d'emboîtement 116 sont en carbure de silicium fritté.
4. Détecteur de vortex 112 pour un séparateur cyclonique 100 selon la revendication 1, dans lequel la majorité des éléments à emboîtement 116 comprennent du carbure de silicium fritté.
5. Détecteur de vortex 112 pour un séparateur cyclonique 100 selon la revendication 1, dans lequel le carbure de silicium est fritté dans l'atmosphère des gaz choisis dans le groupe constitué par l'oxygène, l'azote, l'argon ou une combinaison de ceux-ci.

6. Détecteur de vortex 112 pour un séparateur cyclonique 100 selon la revendication 1, dans lequel le carbure de silicium fritté est soit auto-lié, soit lié avec un matériau choisi dans le groupe constitué par, mais sans s'y limiter, le silicate, l'azote ou l'oxygène.
7. Détecteur de vortex 112 pour un séparateur cyclone 100 selon la revendication 6, dans lequel le carbure de silicium auto-lié est choisi dans le groupe constitué par le carbure de silicium fritté dense ou le carbure de silicium recristallisé.
8. Détecteur de vortex 112 pour un séparateur cyclonique 100 selon la revendication 6, dans lequel le carbure de silicium lié avec un silicate est choisi dans le groupe constitué par le carbure de silicium lié avec une argile, le carbure de silicium lié avec une mullite, le carbure de silicium lié avec une alumine ou le carbure de silicium infiltré de silicium (Si-SiC).
9. Détecteur de vortex 112 pour un séparateur cyclone 100 selon la revendication 6, dans lequel le carbure de silicium lié avec l'azote est choisi dans le groupe constitué par le carbure de silicium lié avec un nitrure, le carbure de silicium lié avec un oxynitrure ou le carbure de silicium lié avec un sialon.
10. Procédé de fabrication d'un matériau en carbure de silicium fritté de l'élément à emboîtement du détecteur de vortex 112 du séparateur à cyclone 100 selon la revendication 1, comprenant :
  - la formation d'un mélange de matières premières ;
  - la fabrication du mélange en un corps façonné ;
  - le séchage du corps façonné fabriqué ; et
  - le frittage du corps façonné séché entre 1000 °C et 2500°C.
11. La méthode de fabrication selon la revendication 10, dans laquelle la matière première comprend du carbure de silicium et des additifs.
12. Procédé de fabrication selon la revendication 11, dans lequel les additifs sont choisis dans le groupe constitué par l'argile, la mullite, le silicium, les oxydes métalliques ou une combinaison de ceux-ci.

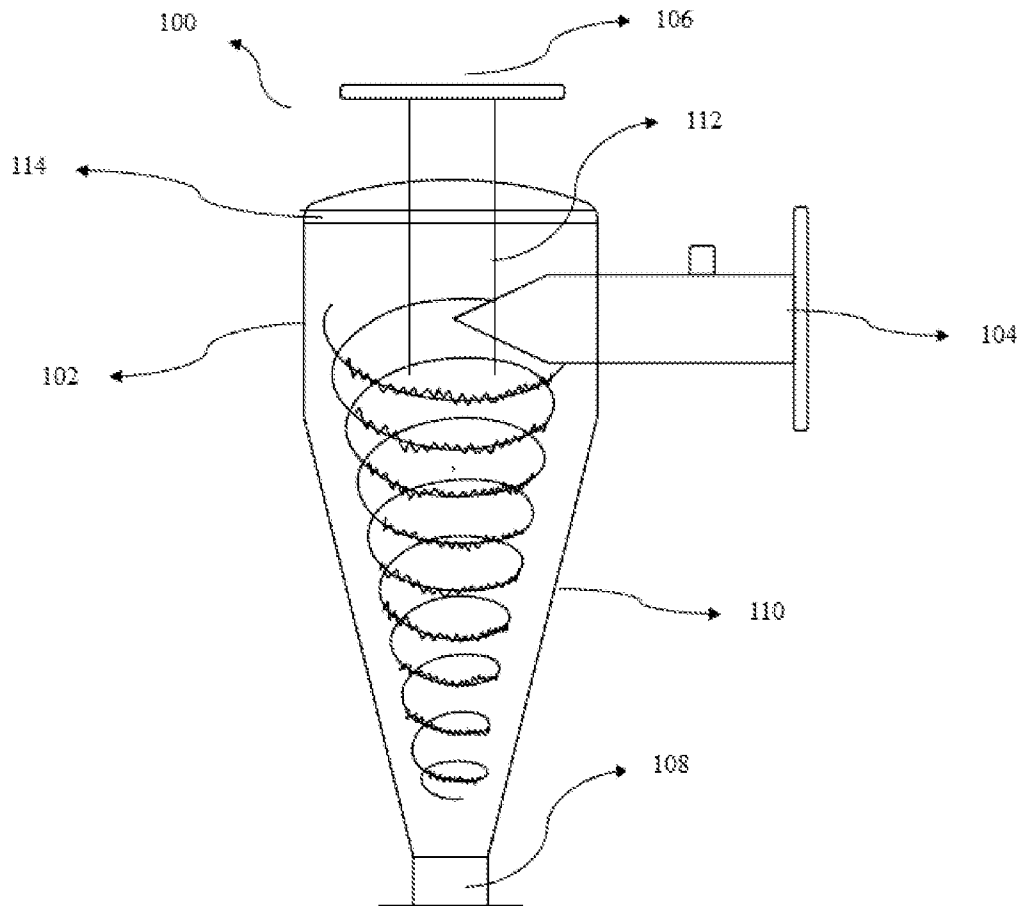


FIG. 1

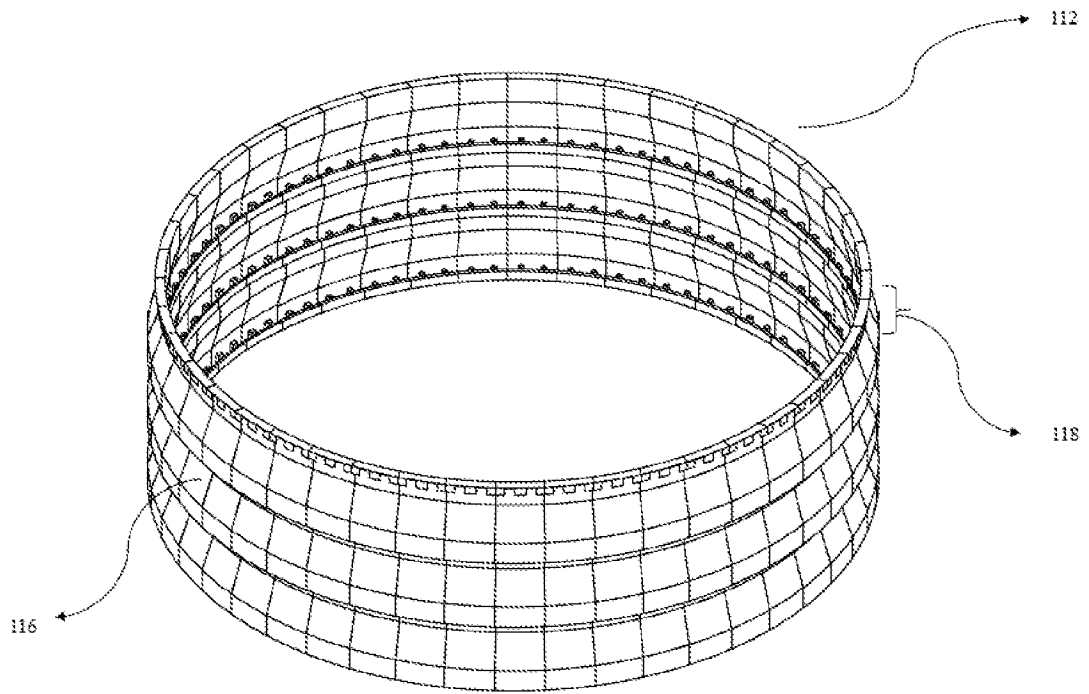


FIG. 2

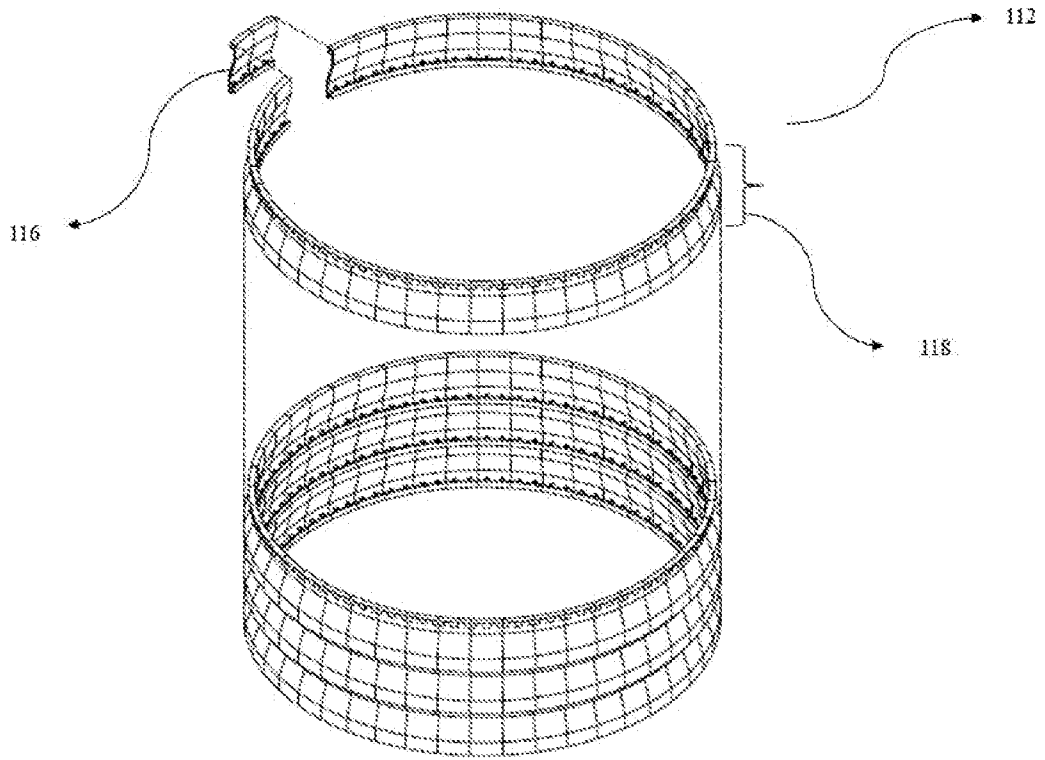


FIG. 3

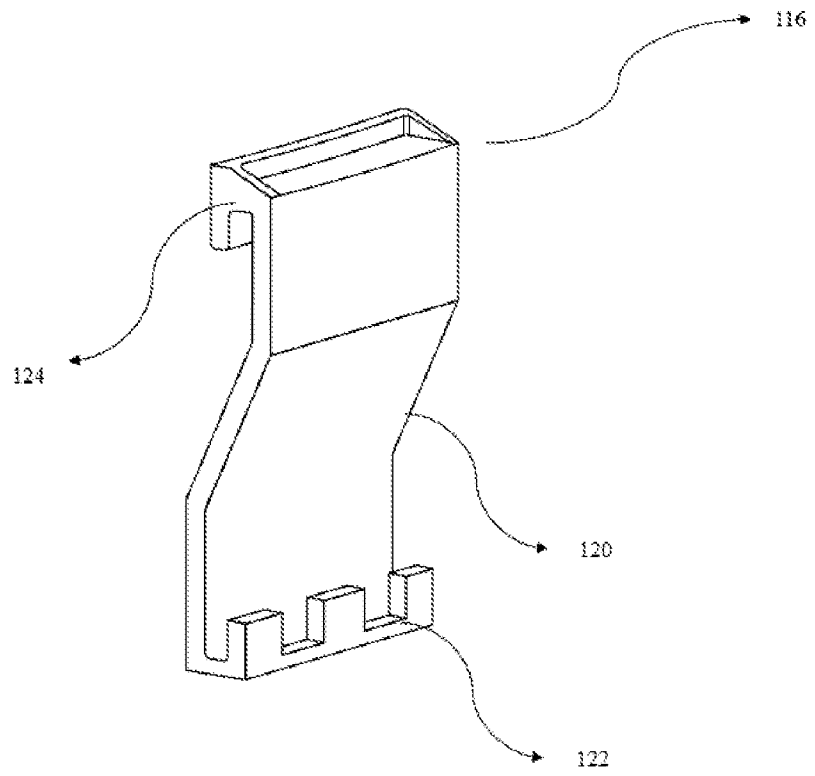


FIG. 4

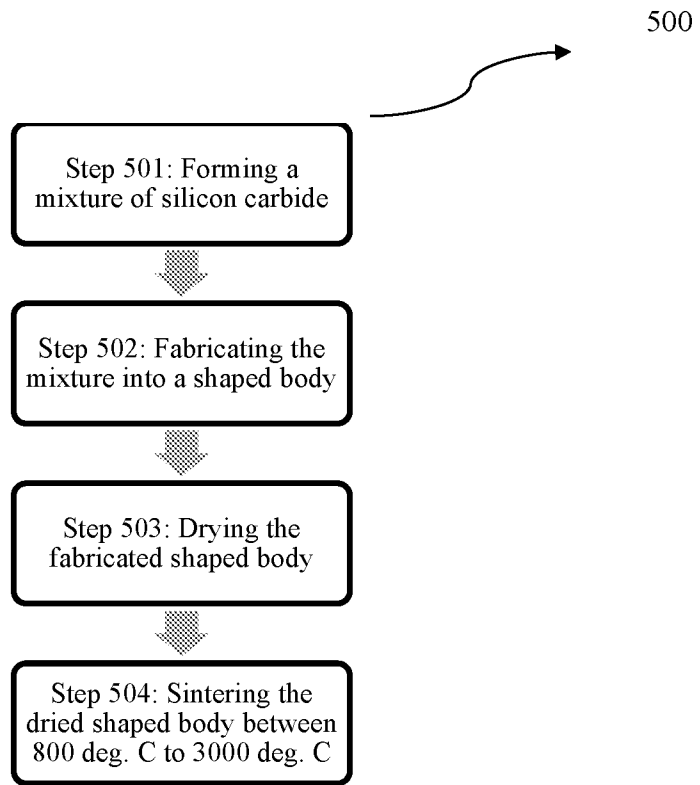


FIG. 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2020/000178**

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br><i>B04C 5/13</i> (2006.01)i  |   |  |
|--|---|--|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC  |   |  |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b>  |   |  |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>B04C  |   |  |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  |   |  |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>EPO-Internal   |   |  |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>  |   |  |
| Category*  | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No.  |
| A  | US 2012204526 A1 (BROWNLEE DAVID A [US]) 16 August 2012 (2012-08-16)<br>page 1, left-hand column, paragraph 3<br>page 1, right-hand column, paragraph 11<br>page 4, right-hand column, paragraph 51<br>figures 2-14 | 1-12   |
| A  | WO 2016102369 A1 (KHD HUMBOLDT WEDAG GMBH [DE]) 30 June 2016 (2016-06-30)<br>abstract<br>figures 1-7.3  | 1-12   |
| A  | DE 10033293 A1 (KLOECKNER HUMBOLDT WEDAG [DE]) 15 November 2001 (2001-11-15)<br>column 1, paragraph 1<br>column 1, paragraph 6<br>figure 1  | 1  |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.   |   |  |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |   |  |
| Date of the actual completion of the international search<br><b>06 October 2020</b>  |   | Date of mailing of the international search report<br><b>19 October 2020</b> |
| Name and mailing address of the ISA/EP<br><b>European Patent Office<br/>p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk<br/>Netherlands</b><br>Telephone No. (+31-70)340-2040<br>Facsimile No. (+31-70)340-3016  |   | Authorized officer<br><b>Redelsperger, C</b><br>Telephone No.                |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/FR2020/000178**

| Patent document cited in search report |            |    | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) |              |    | Publication date (day/month/year) |
|--|------------|----|-----------------------------------|-------------------------|--------------|----|-----------------------------------|
| US                                     | 2012204526 | A1 | 16 August 2012                    | US                      | 2012204526   | A1 | 16 August 2012                    |
|  |            |    |                                   | US                      | 2015040526   | A1 | 12 February 2015                  |
| WO                                     | 2016102369 | A1 | 30 June 2016                      | CN                      | 107206401    | A  | 26 September 2017                 |
|  |            |    |                                   | DE                      | 102014019472 | A1 | 23 June 2016                      |
|  |            |    |                                   | DK                      | 3237116      | T3 | 10 December 2018                  |
|  |            |    |                                   | EP                      | 3237116      | A1 | 01 November 2017                  |
|  |            |    |                                   | HR                      | P20181928    | T1 | 08 March 2019                     |
|  |            |    |                                   | PL                      | 3237116      | T3 | 28 February 2019                  |
|  |            |    |                                   | RU                      | 2664100      | C1 | 15 August 2018                    |
|  |            |    |                                   | WO                      | 2016102369   | A1 | 30 June 2016                      |
| DE                                     | 10033293   | A1 | 15 November 2001                  | NONE                    |              |    |                                   |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2020/000178

| A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE<br>INV. B04C5/13<br>ADD.  |   |  |
|--|---|--|
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB  |   |  |
| B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE  |   |  |
| Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)<br>B04C  |   |  |
| Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche  |   |  |
| Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)<br>EPO-Internal  |   |  |
| C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS   |   |  |
| Catégorie*   | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents  | no. des revendications visées  |
| A  | US 2012/204526 A1 (BROWNLEE DAVID A [US])<br>16 août 2012 (2012-08-16)<br>page 1, colonne de gauche, alinéa 3<br>page 1, colonne de droite, alinéa 11<br>page 4, colonne de droite, alinéa 51<br>figures 2-14   | 1-12   |
| A  | -----<br>WO 2016/102369 A1 (KHD HUMBOLDT WEDAG GMBH [DE]) 30 juin 2016 (2016-06-30)<br>abrégé<br>figures 1-7.3  | 1-12   |
| A  | -----<br>DE 100 33 293 A1 (KLOECKNER HUMBOLDT WEDAG [DE]) 15 novembre 2001 (2001-11-15)<br>colonne 1, alinéa 1<br>colonne 1, alinéa 6<br>figure 1   | 1  |
| <input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents  |   |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe   |   |  |
| * Catégories spéciales de documents cités:   |   |  |
| "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent<br>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date<br>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)<br>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens<br>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée | "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention<br>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément<br>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier<br>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets |  |
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée<br>6 octobre 2020  |   | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale<br>19/10/2020 |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale<br>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016   |   | Fonctionnaire autorisé<br>Redel sperger, C                                     |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2020/000178

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |            |
|---|------------------------|---|------------------------|------------|
| US 2012204526                                   | A1                     | 16-08-2012                              | US 2012204526 A1       | 16-08-2012 |
|   |                        |   | US 2015040526 A1       | 12-02-2015 |
| -----   |                        |   |                        |            |
| WO 2016102369                                   | A1                     | 30-06-2016                              | CN 107206401 A         | 26-09-2017 |
|   |                        |   | DE 102014019472 A1     | 23-06-2016 |
|   |                        |   | DK 3237116 T3          | 10-12-2018 |
|   |                        |   | EP 3237116 A1          | 01-11-2017 |
|   |                        |   | HR P20181928 T1        | 08-03-2019 |
|   |                        |   | PL 3237116 T3          | 28-02-2019 |
|   |                        |   | RU 2664100 C1          | 15-08-2018 |
|   |                        |   | WO 2016102369 A1       | 30-06-2016 |
| -----   |                        |   |                        |            |
| DE 10033293                                     | A1                     | 15-11-2001                              | AUCUN                  |            |
| -----   |                        |   |                        |            |