

(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  
29 août 2013 (29.08.2013)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2013/124577 A1

- (51) Classification internationale des brevets :  
A61F 2/30 (2006.01) A61L 27/56 (2006.01)  
A61F 2/34 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2013/050336
- (22) Date de dépôt international :  
19 février 2013 (19.02.2013)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1251516 20 février 2012 (20.02.2012) FR
- (72) Inventeurs; et
- (71) Déposants : BRAX, Michel [FR/FR]; 13, rue de Saverne, F-67670 Mommenheim (FR). CHARISSOUX, Jean-Louis [FR/FR]; 46, rue d'Antony, F-87000 Limoges (FR). LUSTIG, Sébastien [FR/FR]; 17, rue Richan, F-69004 Lyon (FR). MAMAN, Pascal [FR/FR]; 6, place de Venise, F-13006 Marseille (FR). ROCHE, Olivier [FR/FR]; 40, chemin de la Cuse, F-54710 Ludres (FR). VENET, Guillaume [FR/FR]; 62, rue de l'Orgerie, F-85140 St Martin Des Noyers (FR).
- (74) Mandataire : CABINET GERMAIN & MAUREAU; B.P. 6153, F-69466 Lyon Cedex 06 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : ORTHOPAEDIC IMPLANT AND METHOD FOR PRODUCING SUCH AN ORTHOPAEDIC IMPLANT

(54) Titre : IMPLANT ORTHOPEDIQUE ET PROCEDE POUR FABRIQUER UN TEL IMPLANT ORTHOPEDIQUE

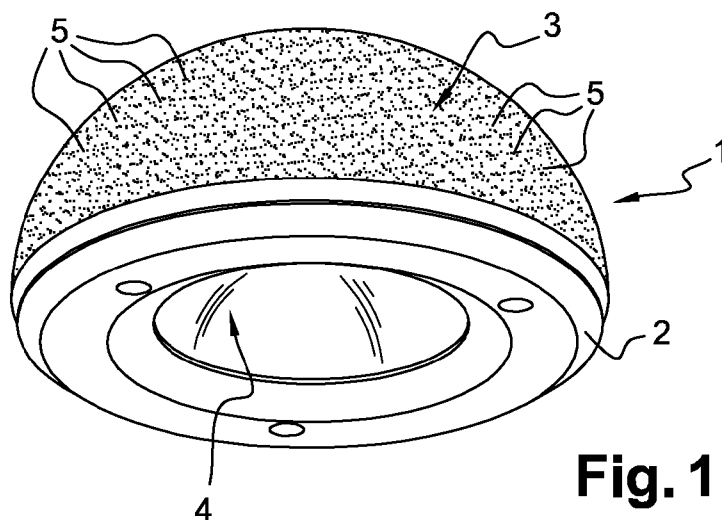


Fig. 1

(57) Abstract : This orthopaedic implant (1) comprises a polymer substrate (2) with an outer surface (3) intended to be secured to a bone tissue. The outer surface (3) is covered with metal particles (5) comprising titanium. The particles (5) comprise large primary particles (51) and small secondary particles (52). The primary particles (51) and the secondary particles (52) are evenly distributed over the outer surface (3).

(57) Abrégé : Cet implant orthopédique(1) comporte un substrat (2) polymère avec une surface externe (3) destinée à être solidarisée à un tissu osseux. La surface externe (3) est couverte de particules (5) métalliques comprenant du titane. Les particules (5) comprennent des particules primaires (51) de grande taille et des particules secondaires (52) de petite taille. Les particules primaires (51) et les particules secondaires (52) sont distribuées uniformément sur la surface externe (3).



WO 2013/124577 A1

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

## IMPLANT ORTHOPEDIQUE ET PROCEDE POUR FABRIQUER UN TEL IMPLANT ORTHOPEDIQUE

La présente invention concerne un implant orthopédique, tel qu'un cotyle pour prothèse de hanche. Par ailleurs, la présente invention concerne un procédé, pour fabriquer un implant orthopédique, tel qu'un cotyle pour une prothèse de hanche.

La présente invention trouve notamment application dans le domaine de la chirurgie réparatrice et de l'orthopédie, en particulier pour la fabrication de prothèses de hanche.

US5024670 décrit un implant orthopédique et son procédé de fabrication. L'implant comporte un substrat polymère présentant une surface externe destinée à être solidarisée à un tissu osseux. La surface externe est couverte par des particules de titane de taille relativement grande, car leur granulométrie est comprise entre 177  $\mu\text{m}$  et 250  $\mu\text{m}$ .

Cependant, comme cette grande taille des particules de titane induit une distribution des particules qui n'est pas uniforme sur la surface externe. En effet, le dépôt de ces grandes particules génère des interstices de dimensions très variables. Par conséquent, la croissance osseuse inefficace sur une telle surface externe réalise un mauvais accrochage de l'os, ce qui réduit la durée de service de la prothèse.

La présente invention vise notamment à résoudre, en tout ou partie, les problèmes mentionnés ci-avant.

A cet effet, l'invention a pour objet un implant orthopédique, tel qu'un cotyle pour prothèse de hanche, l'implant orthopédique comportant au moins un substrat qui comprend au moins un matériau plastique polymère et qui présente une surface externe destinée à être solidarisée à un tissu osseux, ladite surface externe étant partiellement couverte par des particules d'au moins un matériau métallique comprenant du titane ;

l'implant orthopédique étant caractérisé en ce que lesdites particules comprennent des particules primaires et des particules secondaires, les particules primaires présentant une granulométrie s'étendant entre 180  $\mu\text{m}$  et 600  $\mu\text{m}$ , de préférence entre 200  $\mu\text{m}$  et 500  $\mu\text{m}$ , les particules secondaires présentant une granulométrie s'étendant entre 70  $\mu\text{m}$  et 145  $\mu\text{m}$ , de préférence entre 90  $\mu\text{m}$  et 125  $\mu\text{m}$ , les particules primaires et

les particules secondaires étant distribuées de manière relativement uniforme sur la surface externe.

En d'autres termes, la surface externe est couverte de petites particules et de grandes particules.

5 Ainsi, un tel recouvrement permet d'augmenter, voire de maximiser, le taux de recouvrement et la quantité d'interstices, donc de favoriser la croissance osseuse et l'accrochage du tissu osseux, ce qui conduit à une longue durée de service de la prothèse.

10 Dans la présente demande, le terme « granulométrie » fait référence à la taille des particules ou « grains ». La granulométrie est caractérisée de manière usuelle par un spectre granulométrique caractéristique d'une distribution numérique des particules d'un ensemble en fonction de la dimension de chaque particule.

15 Selon une variante de l'invention, la surface externe peut être partiellement couverte par d'autres particules, métalliques ou non, et présentant une granulométrie distincte, par exemple intermédiaire entre celles des particules primaires et secondaires.

Ainsi, ces autres particules permettent de s'adapter à des zones ayant des densités osseuses différentes.

20 Selon un mode de réalisation de l'invention, ledit matériau plastique polymère est sélectionné dans le groupe constitué d'un polyéthylène (PE), d'un d'un polyéthylène à très haut poids moléculaire (UHMW-PE), d'un polyéthylène hautement réticulé (XLPE), d'un polyéthylène vitaminé E, d'un polyuréthane et d'un polyétheréthercétone (PEEK).

25 Ainsi, un tel matériau plastique polymère permet de réaliser un substrat biocompatible, léger et résistant mécaniquement et chimiquement.

30 Selon un mode de réalisation de l'invention, le ou chaque matériau métallique est sélectionné dans le groupe constitué du titane pur, d'un alliage de titane de chrome, de cobalt et d'acier inoxydable tel que l'acier 316LVM.

Ainsi, un tel matériau métallique permet de favoriser l'accrochage des tissus osseux croissant autour de la surface externe.

35 Selon un mode de réalisation de l'invention, les particules primaires et les particules secondaires sont composées du même matériau métallique.

Ainsi, de telles particules primaires et particules secondaires peuvent être mises en œuvre de la même manière, par exemple à la même température et/ou à la même pression.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la superficie de la  
5 partie de la surface externe qui n'est pas couverte par lesdites particules représente entre 15% et 30%, de préférence entre 20% et 25%, de la superficie totale de la surface externe.

En d'autres termes, le taux de couverture de la surface externe par le matériau métallique est compris entre 60% et 80%, de préférence entre  
10 65% et 75%. Ainsi, un tel taux de couverture permet l'accrochage et la croissance de nombreux tissus osseux, ce qui n'est pas le cas lorsque les particules métalliques sont trop petites et induisent un taux de couverture trop élevé.

Selon une variante de l'invention, les interstices primaires entre  
15 particules primaires ont des superficies approximativement égales.

Ainsi, de tels interstices permettent l'implantation des particules secondaires, plus petites, ce qui garantit des distributions uniformes des particules primaires et secondaires sur la surface externe. Dans la présente  
20 demande, le terme « approximativement égales » indique par exemple que les superficies des interstices primaires varient de plus ou moins 20% par rapport à leur médiane.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le nombre de particules primaires représente sensiblement entre 5% et 50%, de préférence entre 10% et 30%, de la somme du nombre de particules primaires et du  
25 nombre de particules secondaires.

La somme du nombre de particules primaires et du nombre de particules secondaires correspond globalement au nombre total de particules.

Ainsi, de telles proportions de particules primaires et secondaires permettent de réaliser une croissance osseuse dense et  
30 uniforme.

Corollairement, le nombre de particules secondaires représente sensiblement entre 95% et 50%, de préférence entre 70% et 30%, de la somme du nombre de particules primaires et du nombre de particules secondaires.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la surface externe a globalement la forme d'une portion sphéroïdale, de préférence la forme d'une demi-sphère.

5 Ainsi, une surface externe hémisphérique permet de réaliser un accrochage isotrope, c'est-à-dire un accrochage résistant à des efforts exercés suivant différentes directions.

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'implant orthopédique comporte un seul substrat monobloc.

Ainsi, un tel substrat monobloc est relativement aisé à réaliser.

10 Par ailleurs, la présente invention a pour objet un procédé, pour fabriquer un implant orthopédique, tel qu'un cotyle pour une prothèse de hanche, l'implant orthopédique comprenant au moins un matériau plastique polymère présentant une surface externe destinée à être solidarisée à un tissu osseux, le procédé comprenant les étapes :

- 15 - chauffer ladite surface externe à une température de ramollissement du matériau plastique polymère, le substrat étant de préférence placé dans un moule ;
- 20 - couvrir partiellement ladite surface externe par des particules primaires d'au moins un matériau métallique comprenant du titane, les particules primaires présentant une granulométrie s'étendant entre 180  $\mu\text{m}$  et 600  $\mu\text{m}$ , de préférence entre 200  $\mu\text{m}$  et 500  $\mu\text{m}$ , les particules primaires étant distribuées de manière relativement uniforme sur la surface externe ;
- 25 - presser une matrice chauffée contre la surface externe, de façon à solidariser les particules primaires à la surface externe ;
- 30 - couvrir partiellement ladite surface externe par des particules secondaires d'au moins un matériau métallique comprenant du titane, les particules secondaires présentant une granulométrie s'étendant entre 70  $\mu\text{m}$  et 145  $\mu\text{m}$ , de préférence entre 90  $\mu\text{m}$  et 125  $\mu\text{m}$ , les particules secondaires étant distribuées de manière relativement uniforme sur la surface externe ; et

- presser la matrice chauffée contre la surface externe, de façon à solidariser les particules secondaires à la surface externe.

Ainsi, un tel procédé permet de fabriquer un implant orthopédique conforme à l'invention de manière fiable et rapide. En particulier, un tel procédé ne met pas en œuvre de dépôt par plasma, particulièrement énergivore et aléatoire.

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'étape de couverture de la surface externe par les particules primaires est réalisée avant l'étape de couverture de la surface externe par les particules secondaires.

En d'autres termes, les particules secondaires (petites) complètent les emplacements laissés vacants par les particules primaires (grandes).

Ainsi, une telle succession de ces étapes permet de répartir de manière particulièrement uniforme les particules primaires et secondaires.

Selon une variante de l'invention, les particules primaires et les particules secondaires sont préalablement mélangées pour former une poudre homogène, et dans lequel l'étape de couverture de la surface externe par les particules primaires est réalisée simultanément à l'étape de couverture de la surface externe par les particules secondaires.

Ainsi, une telle simultanéité de ces étapes permet de fabriquer rapidement un implant orthopédique conforme à l'invention.

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'étape de couverture de la surface externe par les particules primaires et l'étape de couverture de la surface externe par les particules secondaires sont réalisées par mise en contact dans un volume clos mis sous pression et chauffé à une température inférieure à la température de fusion du matériau plastique polymère.

Ainsi, un tel procédé de dépôt est rapide à effectuer.

Les modes de réalisation et les variantes mentionnés ci-avant peuvent être pris isolément ou selon toute combinaison techniquement admissible.

La présente invention sera bien comprise et ses avantages ressortiront aussi à la lumière de la description qui va suivre, donnée

uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un implant orthopédique conforme à l'invention ;
- 5 - la figure 2 est une vue en perspective, tronquée suivant le plan II à la figure 1 et suivant un angle différent de la figure 1, de l'implant orthopédique de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue de dessus de l'implant orthopédique de la figure 1 ;
- 10 - la figure 4 est une photographie microscopique d'une partie de l'implant orthopédique de la figure 1 ;
- la figure 5 est une photographie microscopique, à la moitié de l'échelle de la figure 4, d'une partie de l'implant orthopédique de la figure 1 ; et
- 15 - la figure 6 est une vue schématique illustrant une étape d'un procédé conforme à l'invention, pour fabriquer l'implant orthopédique des figures 1 à 5.

La figure 1 illustre un implant orthopédique 1, qui forme un cotyle pour prothèse de hanche. En d'autres termes, l'implant orthopédique 1 est un implant acétabulaire. L'implant orthopédique 1 comporte un substrat 2 comprenant au moins un matériau plastique polymère. Dans l'exemple des figures, l'implant orthopédique 1 comporte seulement le substrat 2, qui est monobloc.

Le matériau plastique polymère formant le substrat 2 est un polyéthylène à haute densité (PEHD). En pratique, ce matériau plastique polymère peut être sélectionné dans le groupe constitué d'un polyéthylène à haute densité (PEHD), d'un polyéthylène hautement réticulé (XLPE), d'un polyuréthane et d'un polyétheréthercétone (PEEK).

Le substrat 2 présente une surface externe 3 qui est destinée à être solidarisée à un tissu osseux appartenant à l'os iliaque non représenté. Comme le montre la figure 2, la surface externe 3 a globalement la forme d'un demi-sphéroïde voire d'une demi-sphère, destinée à être incorporée à l'os iliaque. La surface externe 3 a un diamètre D3 d'environ 50 mm. Alternativement, le diamètre de la surface externe peut être sélectionné entre 35 40 mm et 70 mm.



Le substrat 2 présente en outre une surface interne 4 située à l'opposé de la surface externe 3. La surface interne 4 forme une surface cotyloïdienne, pour l'articulation d'une tête fémorale non représentée.

Comme le montre la figure 3, la surface externe 3 est en partie  
5 couverte par des particules 5 d'un matériau métallique composées ici de titane pur. En pratique, le ou chaque matériau métallique peut être un alliage de titane, donc un matériau comprenant du titane et un autre matériau métallique ou non, par exemple de chrome, de cobalt et d'acier inoxydable tel que l'acier 316LVM. Par exemple, de tels alliages sont définis dans la norme  
10 ISO 5832.

Une partie de la surface externe 3 n'est pas couverte par les particules 5. La superficie de cette partie de la surface externe 3 non couverte par les particules 5 représente environ 25% de la superficie totale de la surface externe 3. En d'autres termes, les particules 5 couvrent environ 75%  
15 de la superficie totale de la surface externe 3. Dans l'exemple des figures, la superficie totale de la surface externe 3 est d'environ 3930 mm<sup>2</sup>, tandis que la superficie de cette partie de la surface externe 3 non couverte.

Comme le montrent les figures 4 et 5, les particules 5 comprennent principalement des particules primaires 51 et des particules  
20 secondaires 52. Dans l'exemple des figures, les particules primaires 51 et les particules secondaires 52 sont composées du même matériau métallique, du titane pur.

Le nombre de particules primaires 51 représente sensiblement entre 5% et 50%, de préférence entre 10% et 30%, de la somme du nombre  
25 de particules primaires 51 et du nombre de particules secondaires 52, c'est-à-dire environ au nombre total de particules 5. Corollairement, le nombre de particules secondaires 52 représente sensiblement entre 95% et 50%, de préférence entre 70% et 30%, de la somme du nombre de particules primaires 51 et du nombre de particules secondaires 52.

30 Dans l'exemple des figures, la masse totale de particules primaires 51 et secondaires 52 peut être par exemple comprise entre 4 g et 20 g.

Les particules primaires 51 présentent une granulométrie s'étendant substantiellement entre 200 µm et 500 µm. Les particules  
35 secondaires 52 présentent une granulométrie s'étendant substantiellement entre 90 µm et 125 µm.

En pratique, les particules primaires 51 présentent une granulométrie s'étendant substantiellement entre 180  $\mu\text{m}$  et 600  $\mu\text{m}$ . En pratique, les particules secondaires 52 présentent une granulométrie s'étendant substantiellement entre 70  $\mu\text{m}$  et 145  $\mu\text{m}$ .

5 Les particules primaires 51 et les particules secondaires 52 sont distribuées de manière relativement uniforme sur la surface externe 3. Ainsi, les interstices primaires entre particules primaires 51 ont des superficies approximativement égales. Ces interstices primaires logent les particules secondaires 52.

10 Comme l'illustre la figure 6, un procédé conforme à l'invention, pour fabriquer l'implant orthopédique 1, comprend les étapes :

- placer le substrat 2 dans un moule 101, ce qui permet notamment de réaliser le procédé de fabrication sous atmosphère contrôlée ;
- 15 - chauffer la surface externe 3 à une température de ramollissement du polyéthylène haute densité (PEHD) ;
- couvrir partiellement la surface externe 3 par des particules primaires 51, de sorte que les particules primaires 51 sont distribuées de manière relativement uniforme sur la surface
- 20 externe 3 ;
- presser une matrice 102 chauffée contre la surface externe 3, de façon à solidariser les particules primaires 51 à la surface externe.

25 En outre, comme le montre la figure 6, un tel procédé de fabrication comprend les étapes :

- couvrir partiellement la surface externe 3 par des particules secondaires 51, de sorte que les particules secondaires 52 sont distribuées de manière relativement uniforme sur la surface externe 3 ; et
- 30 - presser la matrice 102 chauffée contre la surface externe 3, de façon à solidariser les particules secondaires 52 à la surface externe 3.

Dans le procédé conforme à l'invention, l'étape de couverture de la surface externe 3 par les particules primaires 51 est réalisée avant l'étape

35 de couverture de la surface externe 3 par les particules secondaires 52.

Alternativement, les particules primaires et les particules secondaires peuvent être préalablement mélangées pour former une poudre homogène. Ainsi, l'étape de couverture de la surface externe par les particules primaires peut être réalisée simultanément à l'étape de couverture de la surface externe par les particules secondaires.

L'étape de couverture de la surface externe par les particules primaires et l'étape de couverture de la surface externe par les particules secondaires sont réalisées par mise en contact dans le volume clos du moule 101 qui est mis sous pression et chauffé à une température inférieure à la température de fusion du matériau plastique polymère. À cet effet, des matrices 102 et 103 peuvent exercer des pressions P102 et P103 sur le moule 101. Une entretoise 104 distribue les pressions P102 et P103.

En service, l'implant orthopédique 1 forme un cotyle pour prothèse de hanche ou implant acétabulaire. L'implant orthopédique 1 est solidarisé à un tissu osseux appartenant à l'os iliaque non représenté. L'articulation de la tête fémorale se fait sur la surface interne 4.

**REVENDEICATIONS**

1. Implant orthopédique (1), tel qu'un cotyle pour prothèse de hanche, l'implant orthopédique (1) comportant au moins un substrat (2) qui comprend au moins un matériau plastique polymère et qui présente une surface externe (3) destinée à être solidarisée à un tissu osseux, ladite surface externe (3) étant partiellement couverte par des particules (5) d'au moins un matériau métallique comprenant du titane ;

l'implant orthopédique (1) étant caractérisé en ce que lesdites particules (5) comprennent des particules primaires (51) et des particules secondaires (52), les particules primaires (51) présentant une granulométrie s'étendant entre 180  $\mu\text{m}$  et 600  $\mu\text{m}$ , de préférence entre 200  $\mu\text{m}$  et 500  $\mu\text{m}$ , les particules secondaires (52) présentant une granulométrie s'étendant entre 70  $\mu\text{m}$  et 145  $\mu\text{m}$ , de préférence entre 90  $\mu\text{m}$  et 125  $\mu\text{m}$ , les particules primaires (51) et les particules secondaires (52) étant distribuées de manière relativement uniforme sur la surface externe (3).

2. Implant orthopédique (1) selon la revendication 1, dans lequel ledit matériau plastique polymère est sélectionné dans le groupe constitué d'un polyéthylène (PE), d'un d'un polyéthylène à très haut poids moléculaire (UHMW-PE), d'un polyéthylène hautement réticulé (XLPE), d'un polyéthylène vitaminé E, d'un polyuréthane et d'un polyétheréthercétone (PEEK).

3. Implant orthopédique (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le ou chaque matériau métallique est sélectionné dans le groupe constitué du titane pur, d'un alliage de titane, de chrome, de cobalt et d'acier inoxydable tel que l'acier 316LVM.

4. Implant orthopédique (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les particules primaires (51) et les particules secondaires (52) sont composées du même matériau métallique.

5. Implant orthopédique (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la superficie de la partie de la surface externe (3)

qui n'est pas couverte par lesdites particules (5) représente entre 15% et 30%, de préférence entre 20% et 25%, de la superficie totale de la surface externe (3).

5                   6. Implant orthopédique (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le nombre de particules primaires (51) représente sensiblement entre 5% et 50%, de préférence entre 10% et 30%, de la somme du nombre de particules primaires (51) et du nombre de particules secondaires (52).

10

7. Implant orthopédique (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la surface externe (3) a globalement la forme d'une portion sphéroïdale, de préférence la forme d'une demi-sphère.

15

8. Implant orthopédique (1) selon l'une des revendications précédentes, comportant un seul substrat (2) monobloc.

20

9. Procédé, pour fabriquer un implant orthopédique (1), tel qu'un cotyle pour une prothèse de hanche, l'implant orthopédique (1) comprenant au moins un matériau plastique polymère présentant une surface externe (3) destinée à être solidarisée à un tissu osseux, le procédé comprenant les étapes :

25

- chauffer ladite surface externe (3) à une température de ramollissement du matériau plastique polymère, le substrat (2) étant de préférence placé dans un moule (101) ;

30

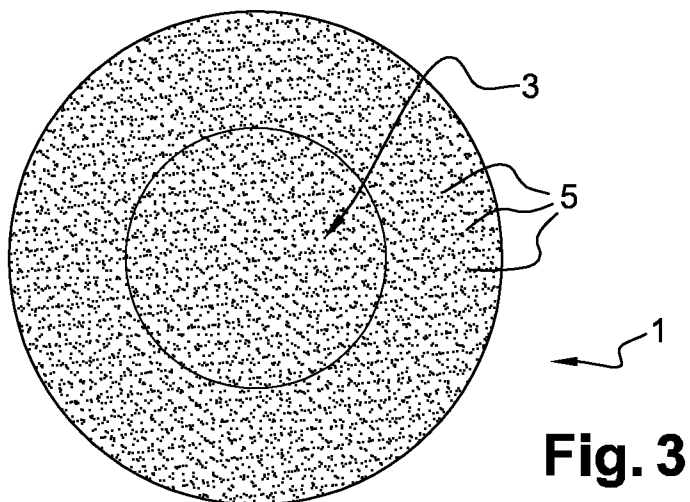
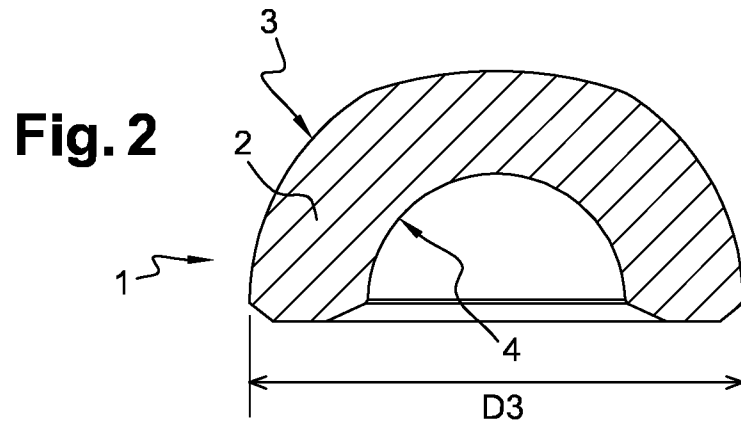
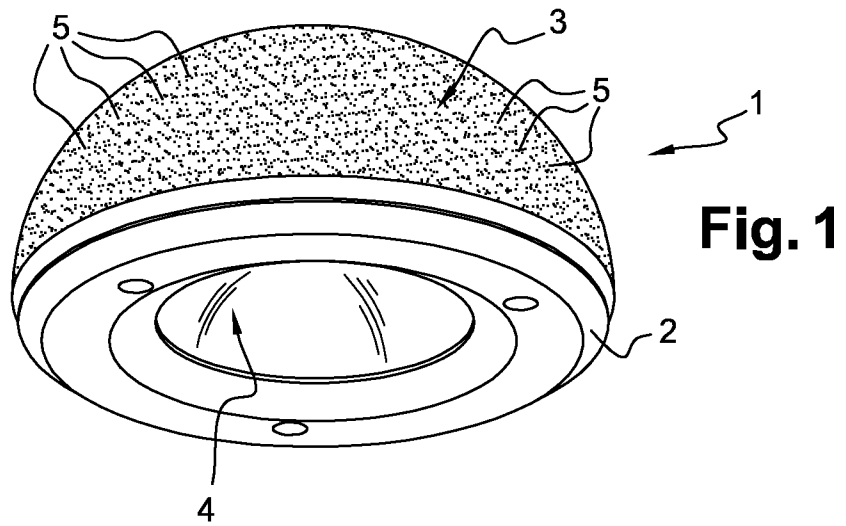
- couvrir partiellement ladite surface externe (3) par des particules primaires (51) d'au moins un matériau métallique comprenant du titane, les particules primaires (51) présentant une granulométrie s'étendant entre 180  $\mu\text{m}$  et 600  $\mu\text{m}$ , de préférence entre 200  $\mu\text{m}$  et 500  $\mu\text{m}$ , les particules primaires (51) étant distribuées de manière relativement uniforme sur la surface externe (3) ;

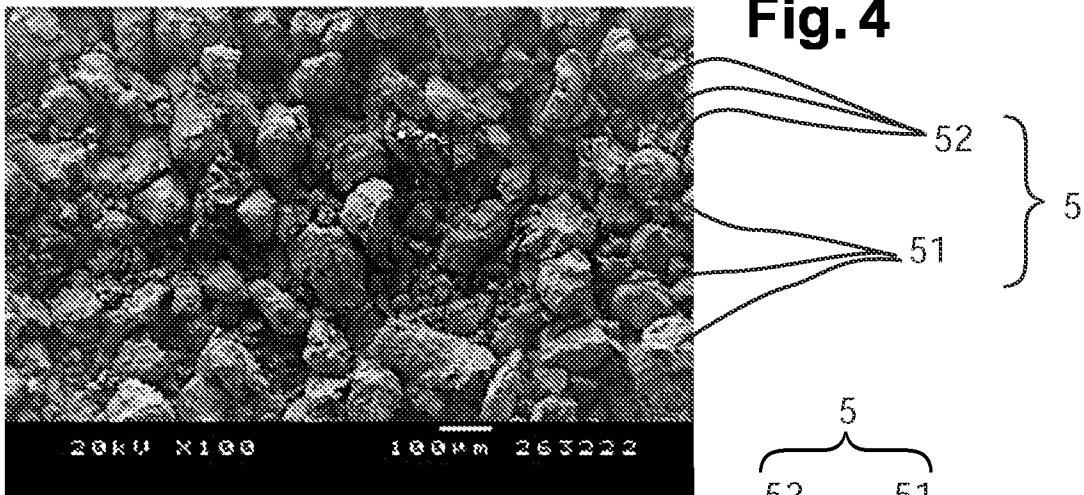
- presser une matrice (102) chauffée contre la surface externe (3), de façon à solidariser les particules primaires (51) à la surface externe (3) ;
- couvrir partiellement ladite surface externe (3) par des particules secondaires (52) d'au moins un matériau métallique comprenant du titane, les particules secondaires (52) présentant une granulométrie s'étendant entre 70  $\mu\text{m}$  et 145  $\mu\text{m}$ , de préférence entre 90  $\mu\text{m}$  et 125  $\mu\text{m}$ , les particules secondaires (52) étant distribuées de manière relativement uniforme sur la surface externe (3) ; et
- presser la matrice (102) chauffée contre la surface externe (3), de façon à solidariser les particules secondaires (52) à la surface externe (3).

10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel l'étape de couverture de la surface externe (3) par les particules primaires (51) est réalisée avant l'étape de couverture de la surface externe (3) par les particules secondaires (52).

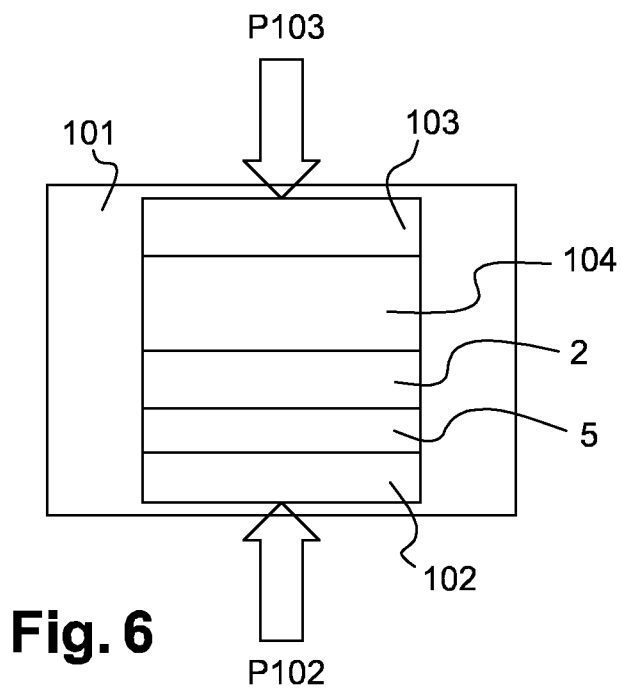
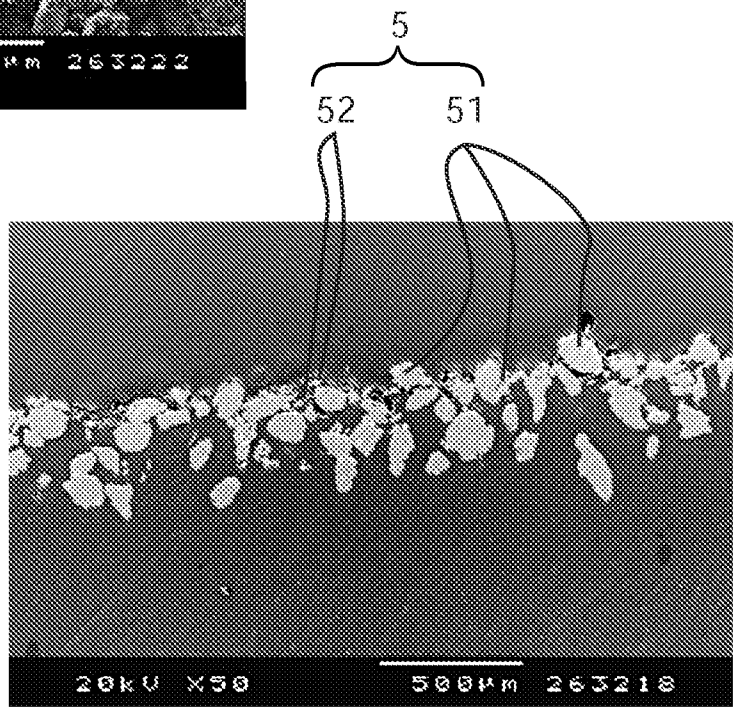
11. Procédé selon l'une des revendications 9 à 10, dans lequel l'étape de couverture de la surface externe (3) par les particules primaires (51) et l'étape de couverture de la surface externe (3) par les particules secondaires (52) sont réalisées par mise en contact dans un volume clos mis sous pression et chauffé à une température inférieure à la température de fusion du matériau plastique polymère.

1/2





**Fig. 5**





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2013/050336

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. A61F2/30 A61F2/34 A61L27/56  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
A61F A61L

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)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 02/17820 A1 (DIOCOM B V [NL]; MELSON GILES WILLIAM [NL]; WAARD JOHANNES AREND MATTH) 7 March 2002 (2002-03-07) figure 1 page 8, line 5 - line 38 claims 1,7,8	1-11
Y	US 4 542 539 A (ROWE JR RUSSELL H [US] ET AL) 24 September 1985 (1985-09-24) figure 1 column 3, line 20 - column 6, line 68	1-11
A	EP 1 647 242 A1 (BENOIST GIRARD SAS [FR]) 19 April 2006 (2006-04-19) figures 1-8 paragraph [0033] - paragraph [0039]	1-11
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  14 May 2013	Date of mailing of the international search report  29/05/2013
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Josten, Stefan
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2013/050336

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 024 670 A (SMITH TODD S [US] ET AL) 18 June 1991 (1991-06-18) cited in the application figures 1,3 column 4, line 34 - column 5, line 16 claims 1-3  -----	1-11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2013/050336

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0217820	A1	07-03-2002	
		AU 9434201 A	13-03-2002
		NL 1016040 C2	01-03-2002
		WO 0217820 A1	07-03-2002
-----			
US 4542539	A	24-09-1985	NONE
-----			
EP 1647242	A1	19-04-2006	
		AT 396671 T	15-06-2008
		AU 2005220248 A1	27-04-2006
		CA 2523167 A1	12-04-2006
		EP 1647242 A1	19-04-2006
		JP 4580322 B2	10-11-2010
		JP 2006158953 A	22-06-2006
		US 2006116774 A1	01-06-2006
		US 2007191962 A1	16-08-2007
-----			
US 5024670	A	18-06-1991	NONE
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/050336

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. A61F2/30      A61F2/34      A61L27/56 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) A61F A61L				
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) EPO-Internal, WPI Data				
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS				
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées		
Y	WO 02/17820 A1 (DIOCOM B V [NL]; MELSOM GILES WILLIAM [NL]; WAARD JOHANNES AREND MATTH) 7 mars 2002 (2002-03-07) figure 1 page 8, ligne 5 - ligne 38 revendications 1,7,8	1-11		
Y	US 4 542 539 A (ROWE JR RUSSELL H [US] ET AL) 24 septembre 1985 (1985-09-24) figure 1 colonne 3, ligne 20 - colonne 6, ligne 68	1-11		
A	EP 1 647 242 A1 (BENOIST GIRARD SAS [FR]) 19 avril 2006 (2006-04-19) figures 1-8 alinéa [0033] - alinéa [0039]	1-11		
	-/--			
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents                 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe                 </td> </tr> </table>			<input checked="" 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
<input checked="" 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 "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "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) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "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 "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 "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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets			
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  14 mai 2013		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  29/05/2013		
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Josten, Stefan		

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/050336

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 5 024 670 A (SMITH TODD S [US] ET AL)                      18 juin 1991 (1991-06-18)                      cité dans la demande                      figures 1,3                      colonne 4, ligne 34 - colonne 5, ligne 16                      revendications 1-3                      -----</p>	1-11

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/050336

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0217820	A1	07-03-2002	AU 9434201 A	13-03-2002
			NL 1016040 C2	01-03-2002
			WO 0217820 A1	07-03-2002
-----				
US 4542539	A	24-09-1985	AUCUN	
-----				
EP 1647242	A1	19-04-2006	AT 396671 T	15-06-2008
			AU 2005220248 A1	27-04-2006
			CA 2523167 A1	12-04-2006
			EP 1647242 A1	19-04-2006
			JP 4580322 B2	10-11-2010
			JP 2006158953 A	22-06-2006
			US 2006116774 A1	01-06-2006
			US 2007191962 A1	16-08-2007
-----				
US 5024670	A	18-06-1991	AUCUN	
-----				