

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**3 076 231**

②1 N° d'enregistrement national : **17 63358**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **B 22 F 3/02 (2018.01)**

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

**A1**

②2 Date de dépôt : 29.12.17.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 05.07.19 Bulletin 19/27.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablissement public — FR.

⑦2 Inventeur(s) : SORNIN DENIS.

⑦3 Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablissement public.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET BREVENTIA Entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée.

⑤4 PROCEDE DE FABRICATION D'UN MATERIAU CRU AUX PROPRIETES MECANQUES AMELIOREES.

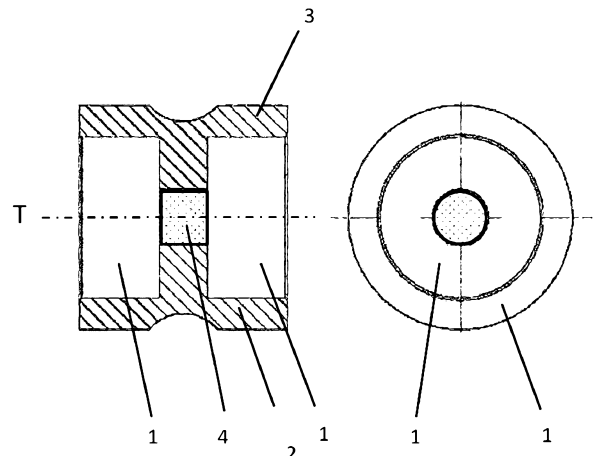
⑤7 Procédé de fabrication d'un matériau cru, le procédé comprenant les étapes successives suivantes :

a) introduire le matériau sous forme de poudre (4) dans le volume interne d'une gaine (1) composée d'un métal ductile ou d'un alliage de base du métal ductile, l'ouverture inférieure de la gaine étant fermée par une enclume inférieure (2) ;

b) fermer l'ouverture supérieure de la gaine avec une enclume supérieure (3) ;

c) rapprocher les enclumes à l'aide d'une presse afin de densifier le matériau sous forme de poudre pour obtenir le matériau cru.

Le procédé de l'invention est en particulier adapté à la fabrication d'un matériau cru aux propriétés mécaniques satisfaisantes, en vue notamment d'en extraire une lame mince pouvant être étudiée par une méthode d'analyse en transmission.



**FR 3 076 231 - A1**



**PROCEDE DE FABRICATION D'UN MATÉRIAU CRU AUX PROPRIÉTÉS  
MÉCANIQUES AMÉLIORÉES.**

**DESCRIPTION**

5

**DOMAINE TECHNIQUE**

La présente invention appartient au domaine de la fabrication par métallurgie des poudres.

10 L'invention concerne plus particulièrement un procédé de fabrication d'un matériau cru.

**ARRIERE-PLAN TECHNIQUE**

15 Afin d'améliorer les procédés de fabrication de matériaux métalliques par métallurgie des poudres, il peut être nécessaire d'étudier le matériau cru obtenu avant la consolidation par frittage en température. Ce matériau cru doit le plus souvent se présenter sous forme d'une lame mince pour être étudié par des expériences de diffraction de  
20 rayons X ou de microscopie par transmission.

Certains matériaux aux distributions de taille et morphologies granulaires favorables peuvent effectivement être consolidés à froid sous forme de « green », ce qui  
25 autorise alors l'obtention d'une lame mince.

Toutefois, les propriétés mécaniques d'autres matériaux crus pulvérulents sont insuffisantes pour pouvoir en disposer sous forme d'une lame mince : les propriétés  
30 mécaniques élevées couplées à des granulométries ou des morphologies granulaires défavorables rendent alors leur consolidation à froid très délicate. Il s'agit par exemple des matériaux obtenus par réaction de précipitation ou de

recristallisation activée par la température (par exemple des aciers ODS) qui se comportent mal en compression uniaxiale et s'effritent facilement lors d'une opération d'affinement pour obtenir une lame mince, et qui doivent dès  
5 lors être analysés in situ dans des instruments de grandes dimensions comme un synchrotron faute de pouvoir disposer du matériau cru sous forme d'une lame mince.

Pour cette deuxième catégorie de matériaux pulvérulents crus, il existe donc un besoin de les obtenir  
10 sous une forme massive à haute densité sans une étape préalable de chauffage, notamment sous forme d'un compact à froid de densité élevée dont les propriétés mécaniques seront suffisantes pour les affiner sous forme d'une lame  
15 mince analysable par une méthode de caractérisation en transmission.

#### **EXPOSE DE L'INVENTION**

Un des buts de l'invention est donc d'éviter ou  
20 d'atténuer un ou plusieurs des inconvénients décrits ci-dessus, et plus particulièrement de fournir un procédé de fabrication d'un matériau cru aux propriétés mécaniques satisfaisantes pour en extraire une lame mince.

25 La présente invention concerne ainsi un procédé de fabrication d'un matériau cru, le procédé comprenant les étapes successives suivantes :

a) introduire le matériau sous forme de poudre dans le volume interne d'une gaine composée d'une matière métallique ductile choisie parmi un métal ductile ou un alliage de base  
30 du métal ductile, l'ouverture inférieure de la gaine étant fermée par une enclume inférieure ;

b) fermer l'ouverture supérieure de la gaine avec une enclume supérieure ;

c) rapprocher les enclumes à l'aide d'une presse afin de densifier le matériau sous forme de poudre pour obtenir  
5 le matériau cru.

Le procédé de fabrication de l'invention se caractérise notamment par le fait que la gaine est composée d'un matériau ductile. Le matériau ductile est de préférence  
10 une matière métallique ductile, à savoir une matière métallique apte à une rupture ductile et donc apte à se déformer plastiquement sans se rompre. La matière métallique ductile est de préférence composée de cuivre (par exemple du cuivre de qualité électrique), de fer (par exemple du fer pur de type ARMCO) ou leurs alliages ductiles de base. Le  
15 matériau ductile a pour avantage de permettre une croissance radiale de la gaine au cours de l'étape de compression de la poudre, ce qui génère dans la poudre compressée une composante de cisaillement nécessaire à sa bonne  
20 consolidation et donc à une densité élevée du matériau cru obtenu.

La gaine en matériau ductile permet par ailleurs d'améliorer le comportement mécanique du matériau cru obtenu, par exemple lors d'une opération de polissage ou de  
25 manipulation (notamment la préparation de la lame mince extraite du matériau cru et sa caractérisation ultérieure par une technique d'analyse en transmission), ce qui évite au mieux que le matériau cru s'effrite.

30 Le volume interne de la gaine a par exemple une forme cylindrique, de telle sorte qu'une pastille du matériau cru est obtenue. Contrairement aux solutions standards de pastillage, aucun démoulage du matériau cru qui est alors

sous forme de pastilles n'est nécessaire, ce qui écarte le risque de rupture de la pastille lors de cette opération.

5 La presse utilisée dans le procédé de fabrication de l'invention exerce par exemple une pression comprise entre 20 tonnes et 35 tonnes, par exemple 30 tonnes. Il s'agit par exemple d'une presse hydraulique.

10 Les enclumes sont composées de carbure de tungstène ou d'acier dur destiné à l'outillage. Elles peuvent faire partie de la presse. Elles comprennent une forme telle qu'elles sont aptes à occuper tout ou partie du volume interne de la gaine, en particulier occuper toute la dimension transversale du volume de la gaine sur au moins  
15 une partie de sa longueur.

Le matériau cru obtenu à l'issue du procédé de fabrication de l'invention a par exemple une densité supérieure à 90 %, typiquement comprise entre 90 % et 100 %.

20

Une lame mince d'épaisseur jusqu'à 70 µm composée du matériau cru peut le plus souvent être directement obtenue avec le procédé de fabrication de l'invention ou extraite du matériau cru.

25

L'invention est avantageusement complétée par les caractéristiques suivantes, prises seules ou selon l'une quelconque de leurs combinaisons techniquement possibles.

30

#### **EXPOSE DETAILLE DE L'INVENTION**

Dans la présente description de l'invention, un verbe tel que «comprendre», «incorporer», «inclure», «contenir» et ses formes conjuguées sont des termes

ouverts et n'excluent donc pas la présence d'élément(s) et/ou étape(s) additionnels s'ajoutant aux élément(s) et/ou étape(s) initiaux énoncés après ces termes. Toutefois, ces termes ouverts visent en outre un mode de réalisation particulier dans lequel seul(s) le(s) élément(s) et/ou étape(s) initiaux, à l'exclusion de tout autre, sont visés ; auquel cas le terme ouvert vise en outre le terme fermé «consister en», «constituer », «composer de » et ses formes conjuguées.

10

Tout signe de référence entre parenthèses dans les revendications ne saurait être interprété comme limitatif de la portée de l'invention.

15

Par ailleurs, sauf indication contraire, les valeurs aux bornes sont incluses dans les gammes de paramètres indiquées.

20

Dans la présente description, on entend désigner par « alliage de base » de métal, tout alliage à base du métal dans lequel la teneur du métal est au minimum de 50 % en poids du métal de l'alliage, particulièrement plus de 90 %, voire plus de 95 %.

25

D'autres objets, caractéristiques et avantages de l'invention vont maintenant être précisés dans la description qui suit de modes de réalisation particuliers du procédé de l'invention, donnés à titre illustratif et non limitatif, en référence à la Figure 1 annexée.

30

## BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

La Figure 1 représente schématiquement une coupe longitudinale (Figure 1A) accolée à une coupe transversale selon l'axe de coupe T (Figure 1B) de l'ensemble qui est  
5 constitué par une gaine de volume interne cylindrique et deux enclumes et qui délimite un volume interne dans lequel le matériau sous forme de poudre est compressé.

## EXPOSE DE MODES DE REALISATION PARTICULIERS

10 Le procédé de fabrication de l'invention permet d'obtenir un matériau cru aux bonnes propriétés mécaniques, grâce à l'utilisation d'un ensemble de pressage représenté sur la Figure 1 selon une coupe longitudinale (Figure 1A) ou transversale (Figure 1B).

15 L'ensemble de pressage est composé d'une gaine 1 qui constitue un moule composé d'une matière métallique ductile apte à recevoir le matériau sous forme de poudre 4.

L'ouverture inférieure de cette gaine est fermée par une enclume inférieure 2 : le volume interne de la gaine  
20 ainsi délimité est rempli par l'ouverture supérieure de la gaine 1 avec le matériau sous forme de poudre 4.

Une fois cette opération de remplissage effectuée, l'ouverture supérieure de la gaine 1 est à son tour fermée avec une enclume supérieure 3.

25 Afin d'obtenir le matériau cru, les enclumes 2 et 3 sont rapprochées avec une presse en direction du volume interne de la gaine 1 afin de compacter le matériau sous forme de poudre 4, de telle sorte qu'un matériau cru est obtenu.

30

La présente invention n'est nullement limitée aux formes de réalisation décrites et représentées, et l'homme du métier saura les combiner et y apporter avec ses

connaissances générales de nombreuses variantes et modifications.

## REVENDICATIONS

- 5 1) Procédé de fabrication d'un matériau cru, le  
procédé comprenant les étapes successives suivantes :
- a) introduire le matériau sous forme de poudre (4)  
dans le volume interne d'une gaine (1) composée d'une  
matière métallique ductile choisie parmi un métal ductile ou  
un alliage de base du métal ductile, l'ouverture inférieure  
10 de la gaine étant fermée par une enclume inférieure (2) ;
- b) fermer l'ouverture supérieure de la gaine avec une  
enclume supérieure (3);
- c) rapprocher les enclumes à l'aide d'une presse afin  
de densifier le matériau sous forme de poudre pour obtenir  
15 le matériau cru.
- 2) Procédé de fabrication d'un matériau cru selon la  
revendication 1, dans lequel la matière métallique ductile  
est le cuivre, le fer, ou leurs alliages de base.
- 20 3) Procédé de fabrication d'un matériau cru selon la  
revendication 1 ou 2, dans lequel le volume interne de la  
gaine a une forme cylindrique.
- 25 4) Procédé de fabrication d'un matériau cru selon  
l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel  
la presse exerce une pression comprise entre 20 tonnes et 35  
tonnes.
- 30 5) Procédé de fabrication d'un matériau cru selon  
l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel  
les enclumes sont composées de carbure de tungstène ou  
d'acier dur destiné à l'outillage.

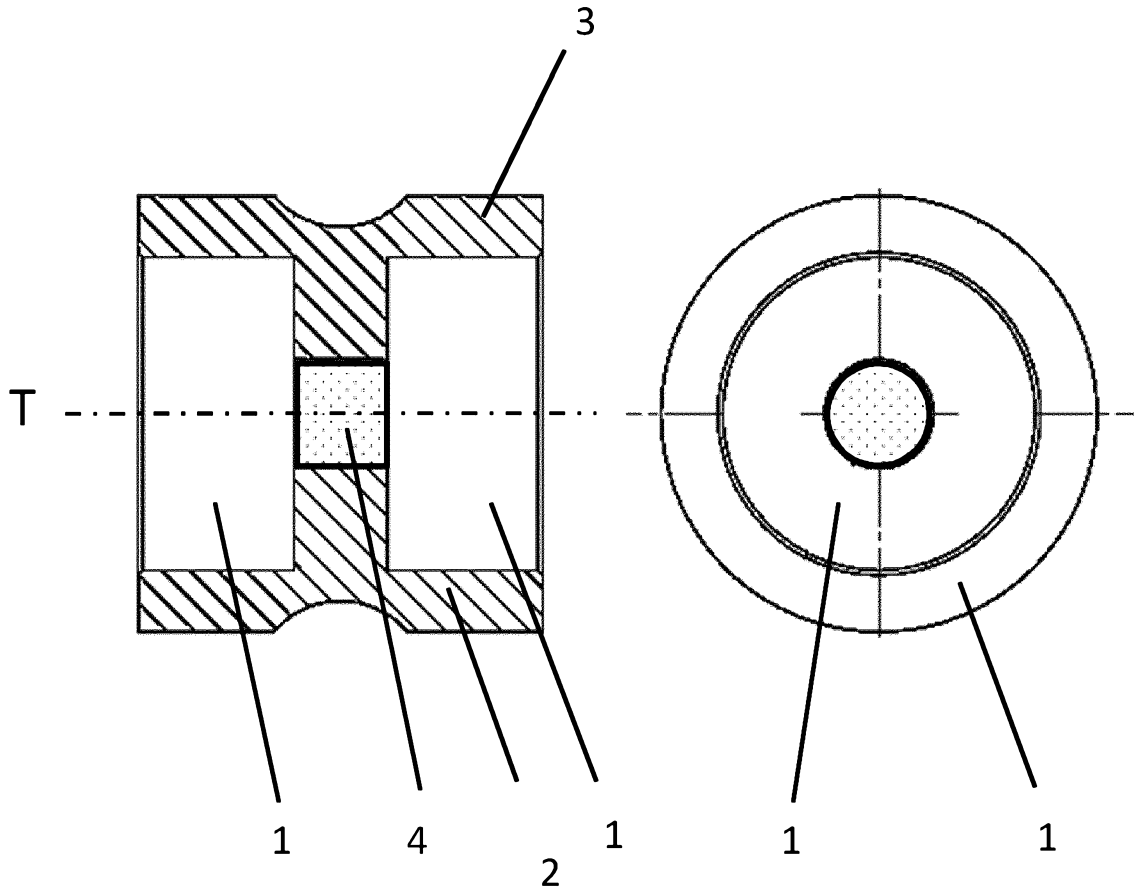


FIG. 1A

FIG. 1B

FIG. 1



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1763358 FA 853188**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **28-09-2018**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2006062683 A1	23-03-2006	CN 1770603 A	10-05-2006
		DE 102005043872 A1	20-04-2006
		JP 4279757 B2	17-06-2009
		JP 2006093301 A	06-04-2006
		US 2006062683 A1	23-03-2006
-----			
GB 1374952 A	20-11-1974	BE 781180 A	17-07-1972
		CA 992276 A	06-07-1976
		DE 2314561 A1	27-09-1973
		FR 2177808 A1	09-11-1973
		GB 1374952 A	20-11-1974
		NL 7204722 A	09-10-1973
-----			
US 2010086429 A1	08-04-2010	US 2010086429 A1	08-04-2010
		WO 2008036926 A1	27-03-2008
-----			
US 2172243 A	05-09-1939	AUCUN	
-----			