

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 046 367

②1 N° d'enregistrement national : **15 02753**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 05 B 7/06 (2017.01), B 22 F 3/115, B 33 Y 30/00**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 31.12.15.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 07.07.17 Bulletin 17/27.

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) : *ECOLE CENTRALE DE NANTES Etablissement public — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : HASCOET JEAN-YVES et CARABIN GILLES.

⑦3 Titulaire(s) : *ECOLE CENTRALE DE NANTES Etablissement public.*

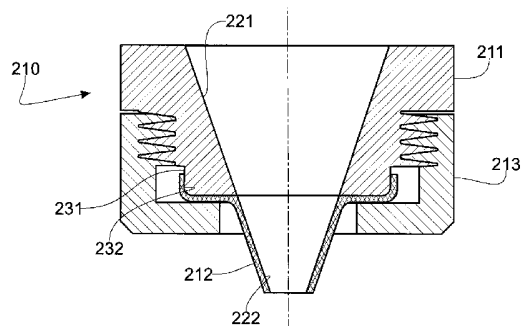
⑦4 Mandataire(s) : CABINET SCHMIT CHRETIEN.

⑤4 **DISPOSITIF DE FABRICATION ADDITIVE PAR PROJECTION ET FUSION DE POUDRE.**

⑤7 L'invention concerne une buse pour la fabrication additive par projection /fusion de poudre selon un jet conique creux, comprenant :

- un cône extérieur (210),
- un cône intérieur
- et un cône intermédiaire,

la poudre étant projetée dans l'espace annulaire conique compris entre la surface intérieure du cône (210) extérieur et la surface extérieure du cône intermédiaire, dans lequel le cône extérieur comprend deux parties (211, 212) assemblées selon l'axe dudit cône par des moyens (213) démontables.



FR 3 046 367 - A1



L'invention concerne un dispositif de fabrication additive par projection et fusion de poudre. L'invention concerne plus particulièrement une buse pour la projection et la fusion par laser d'une poudre métallique pour la mise en oeuvre du procédé dit CLAD[®] acronyme de « Construction Laser Additive Directe ». Le procédé CLAD[®] est un procédé de fabrication additive par dépôt, utilisant la projection / fusion d'une 5 poudre constituée du matériau déposé, la fusion dudit matériau déposé étant réalisé par un laser précisément au point de dépôt de ladite poudre.

La figure 1, relative à l'art antérieur, montre schématiquement un exemple de réalisation de ce procédé. La buse (100) de projection / fusion de la poudre consiste 10 en 3 cônes concentriques délimitant entre leurs parois des espaces annulaires coniques également concentriques. Un laser (150) transverse le cône intérieur (130) par un alésage centré sur l'axe dudit cône. Le laser est focalisé sur le point (191) où le dépôt (192) de matière est réalisé sur la pièce (190) en cours de fabrication. De la poudre (160) est projetée dans l'espace annulaire conique compris entre la surface 15 intérieure du cône (110) extérieur et la surface extérieure d'un cône (120) intermédiaire, alors qu'un gaz est soufflé dans l'espace annulaire conique compris entre la surface intérieure dudit cône (120) intermédiaire et la surface extérieure du cône (130) intérieur. Le centrage des cônes (110, 120, 130) les uns par rapport aux autres et le réglage des paramètres font que la poudre est projetée selon un jet 20 conique creux dont le sommet est, dans l'idéal, confondu avec le point de focalisation (191) du laser (150). La distance (193) entre le point (191) de dépôt de la matière et l'extrémité avant du cône (110) extérieur est couramment de l'ordre de 5 mm. Cette faible distance, accroît les risques de collision entre le cône et la pièce ou des éléments de l'environnement de fabrication tels que la table de la machine ou des 25 moyens de bridage, particulièrement lorsque l'opération de fabrication additive est réalisée selon des trajectoire mettant en oeuvre 5 axes de déplacement. Dans certaines circonstances également, des amas de poudre se créent à la sortie de l'espace annulaire compris entre le cône (110) extérieur et le cône (120) intermédiaire et modifient la forme du jet de poudre, conduisant à des conditions de 30 dépôt dégradées. Ces conditions nécessitent de remplacer le cône (110) extérieur.

Ces opérations de réparation selon l'art antérieur sont coûteuses car elles nécessitent le remplacement de l'ensemble du cône extérieur, pièce de précision,

souvent réalisée elle-même dans un matériau coûteux tel que du cuivre, alors que seule l'extrémité de cette pièce est dégradée. De plus l'opération est relativement longue, conduisant à l'immobilisation de la machine et l'occupation d'un technicien qualifié pendant toute sa durée.

5 L'invention vise à résoudre les inconvénients de l'art antérieur et concerne à cette fin une buse pour la fabrication additive par projection / fusion de poudre selon un jet conique creux, comprenant :

- un cône extérieur,
- un cône intérieur

10 - et un cône intermédiaire,

a poudre étant projetée dans l'espace annulaire conique compris entre la surface intérieure du cône extérieur et la surface extérieure du cône intermédiaire, dans laquelle le cône extérieur comprend deux parties assemblées selon l'axe dudit cône par des moyens démontables.

15 Ainsi, la seconde partie du premier cône est interchangeable et facilement remplacée en cas de dégradation de celle-ci.

L'invention est avantageusement mise en oeuvre selon les modes de réalisation et les variantes exposés ci-après, lesquels sont à considérer individuellement ou selon toute combinaison techniquement opérante.

20 Selon un mode de réalisation avantageux, le cône extérieur comprend une bague comportant un alésage conique intérieur et un centreur externe coaxial avec ledit alésage conique, la deuxième partie du cône extérieur étant centrée sur ledit centreur. Ce mode de réalisation assure un centrage parfait, sans nécessité de réglage, de la seconde partie du cône extérieur par rapport à la première partie dudit
25 cône.

Selon un mode de réalisation de la buse objet de l'invention, la première et la deuxième partie du cône extérieur sont constituées de matériaux différents. Ainsi, les matériaux sont optimisés pour répondre aux fonctions principales de ces deux parties.

30 Selon un mode de réalisation particulier, l'alésage conique intérieur de la deuxième partie du cône extérieur est d'une conicité différente de celle de l'alésage conique de la première partie. Ce mode de réalisation permet de varier la forme du

jet et notamment la distance de focalisation du jet par rapport à l'extrémité de la buse.

Avantageusement, la deuxième partie du cône extérieur comprend une partie fusible apte à se rompre ou à se déformer sous un effort déterminé. Ainsi, en cas de collision avec la pièce, l'effort est déterminé de sorte que la pièce en cours de réalisation ne soit pas endommagée. Alternativement la partie fusible est dimensionnée pour se rompre avant que sa déformation n'endommage le cône intermédiaire.

Avantageusement, la buse objet de l'invention comprend des moyens de détection de rupture de la partie fusible du cône extérieur. Ainsi, en cas de collision sévère, la rupture du cône est détectée et la fabrication additive est interrompue de sorte à ne pas dégrader de manière irréversible la qualité de la pièce en cours de réalisation.

L'invention est exposée ci-après selon ses modes de réalisation préférés, nullement limitatifs, et en référence aux figures 1 et 2, dans lesquelles :

- la figure 1, relative à l'art antérieur, montre selon une vue de principe en perspective et en coupe les 3 cônes utilisés dans le procédé CLAD® ;
- et la figure 2 montre selon une vue de face et la même coupe que la figure 1, un exemple de réalisation du cône extérieur de la buse de projection objet de l'invention.

Figure 2, selon un exemple de réalisation le cône (210) extérieur de la buse objet de l'invention est réalisé en deux parties (211, 212). Selon cet exemple de réalisation, la première partie (211) du cône (210) extérieur est constituée d'un acier apte à résister à l'action abrasive de la poudre projetée au cours du procédé de fabrication additive. Cette première partie, sous la forme d'une bague, comprend un alésage (221) conique selon une première conicité, et se termine par une portion (231) de centrage. Selon cet exemple de réalisation ladite portion (231) est une portion mâle cylindrique. Alternativement cette portion de centrage est constituée par un lamage cylindrique ou conique à l'extrémité de ladite première partie (211). La seconde (212) partie du premier cône comprend une portion (232) de centrage, apte à coopérer avec la portion (231) de centrage de la première partie. La deuxième partie comprend un alésage (222) conique, qui selon cet exemple de réalisation, est

de la même conicité que l'alésage (221) conique de la première partie qu'elle prolonge. Les moyens de centrage (231, 232) des deux parties (211, 212) assurent la coaxialité des deux alésages coniques. Selon une variante de réalisation (non représentée), la conicité des deux alésages (221, 222) est significativement
5 différente, de sorte, par exemple, à modifier la forme du jet et son point de focalisation en sortie de la buse.

Selon cet exemple de réalisation, la seconde (212) partie du cône extérieur est constituée de cuivre de sorte à limiter sa sensibilité au laser dans le cas où le rayon toucherait directement ou par réflexion les parois de ladite deuxième partie. Selon
10 un exemple de réalisation, l'épaisseur de cette deuxième partie est choisie de sorte qu'en cas de collision de cette partie (212) du cône avec la pièce en cours de réalisation ou avec une partie de la machine, ladite partie (212) se déforme sans abîmer la partie antagoniste.

Selon un autre mode de réalisation, non représenté, toute ou partie de la
15 deuxième (212) partie du cône selon l'invention est constituée d'un matériau fragile, par exemple, de la céramique. Ce mode de réalisation permet, le cas échéant, à cette deuxième partie de mieux résister à l'abrasion causée par le passage de la poudre métallique projetée, et d'autre part de se rompre sous un effort déterminé, empêchant ainsi que, par sa déformation excessive, ladite seconde (212) partie
20 n'endommage le cône intermédiaire en cas de collision. Avantageusement, des moyens (non représentés), permettent de détecter une telle rupture de la partie fusible de sorte à arrêter la machine en cas d'une telle collision. Ces moyens sont par exemple constitués par une jauge de déformation fixée sur la partie fusible de la seconde (212) partie du cône ou entre la partie fusible et le reste de ladite seconde
25 partie. Ces moyens sont pré-installés sur ladite seconde partie et comprennent des moyens de connexion électrique à un connecteur sur la broche de la machine de fabrication.

Selon cet exemple de réalisation, la seconde (212) partie du cône (210) extérieur est fixée sur la première (211) partie dudit cône par l'intermédiaire d'un
30 écrou (213) en prise sur une partie fileté cylindrique de la première partie (211) dudit cône. Selon cet exemple de réalisation, la partie fileté est d'un diamètre supérieur au diamètre du centreur (231) mâle de cette première partie. Alternativement, la

seconde (212) partie du cône est fixée par une pluralité de vis à l'extrémité de la première partie. Alternativement encore, la seconde partie du cône est visée sur la première partie, par exemple au moyen d'un filetage conique assurant à la fois le centrage et la fixation des deux parties (211, 212) l'une par rapport à l'autre.

- 5 La description ci-avant et les exemples de réalisation, montrent que l'invention atteint le but visé, en particulier, elle tire avantage de la construction en deux parties démontables du cône extérieur de la buse, non seulement pour réduire les coûts de remplacement et de réparation de la buse en cas de collision, mais apporte des avantages supplémentaires dans la conduite et dans la sécurité du procédé de
- 10 fabrication additive par projection de poudre.

REVENDICATIONS

1. Buse pour la fabrication additive par projection / fusion de poudre selon un jet conique creux, comprenant :
5
- un cône extérieur (210),
- un cône intérieur
- et un cône intermédiaire,
la poudre étant projetée dans l'espace annulaire conique compris entre la surface intérieure du cône (210) extérieur et la surface extérieure du
10 cône intermédiaire, caractérisé en ce que le cône extérieur comprend deux parties (211, 212) assemblées selon l'axe dudit cône par des moyens (213) démontables.
2. Buse selon la revendication 1, dans laquelle le cône extérieur comprend une bague (211) comportant un alésage (221) conique intérieur et un centreur (231) coaxial avec ledit alésage conique, la
15 deuxième (212) partie du cône extérieur étant centrée sur ledit centreur (231).
3. Buse selon la revendication 1, dans laquelle la première (211) et la
20 deuxième (212) partie du cône extérieur sont constituées de matériaux différents.
4. Buse selon la revendication 2, dans laquelle l'alésage (222) conique intérieur de la deuxième (212) partie du cône extérieur est d'une conicité différente de celle de l'alésage (221) conique de la première (211) partie.
- 25 5. Buse selon la revendication 2, dans laquelle la deuxième (212) partie du cône extérieur comprend une partie fusible apte à se rompre ou à se déformer sous un effort déterminé.
6. Buse selon la revendication 5, comprenant des moyens de détection de rupture de la partie fusible du cône extérieur.

1/1

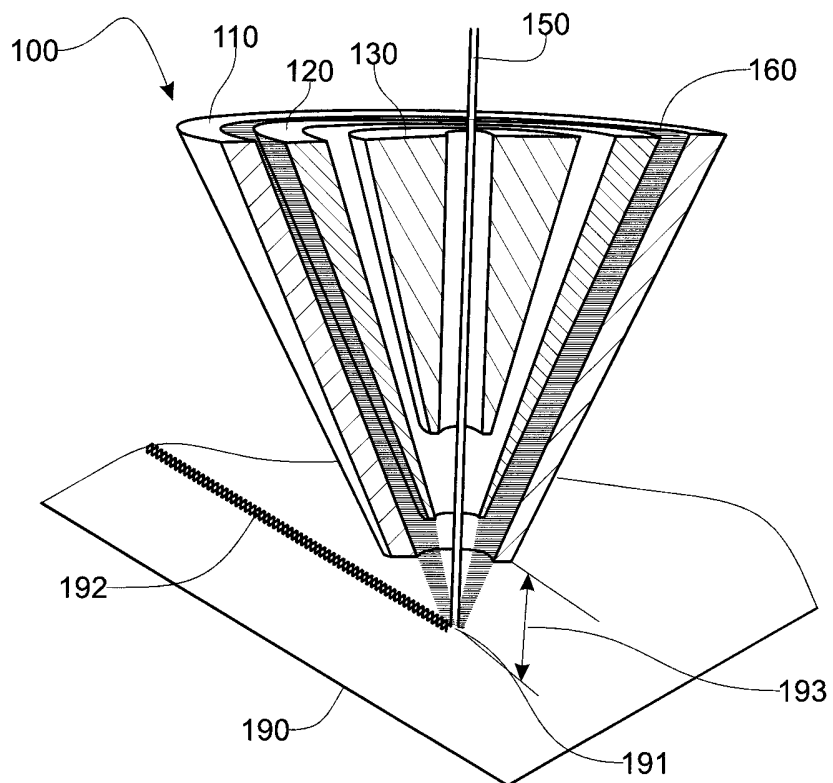


Fig. 1
(art antérieur)

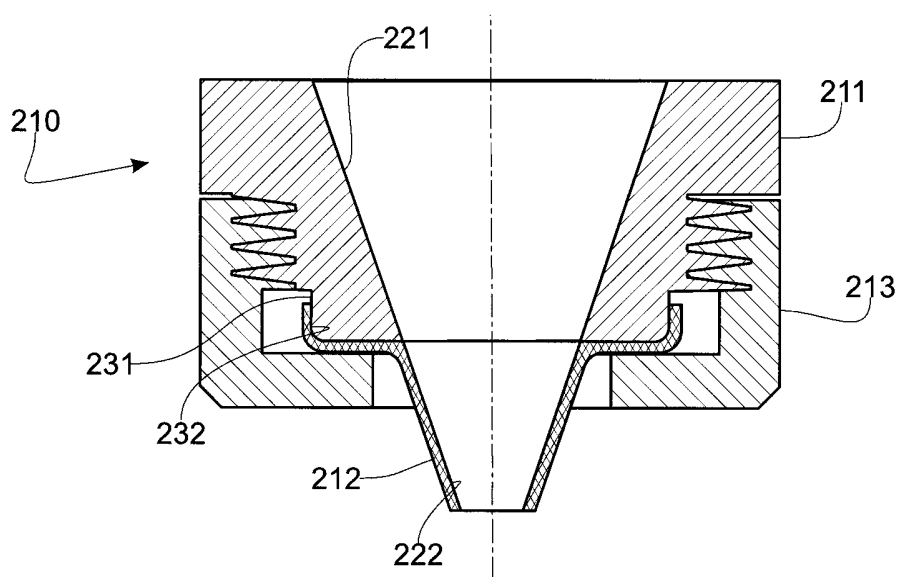


Fig. 2

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 821460
FR 1502753

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, des parties pertinentes		
X	FR 2 685 922 A1 (STRASBOURG ELEC [FR]; INST RGL PROMOTION RECH APPLIQ [FR]) 9 juillet 1993 (1993-07-09)	1,3,4	B05B7/06 B22F3/115 B33Y30/00
Y	* page 6; figures 28-32 *	2,5,6	
Y	----- US 5 477 026 A (BUONGIORNO ANGELO [US]) 19 décembre 1995 (1995-12-19)	2	
A	* le document en entier *	1,3-6	
Y	----- FR 2 971 723 A1 (AIR LIQUIDE WELDING FRANCE [FR]) 24 août 2012 (2012-08-24)	5,6	
A	* le document en entier *	1-6	
	----- WO 93/00171 A1 (SULZER AG [CH]) 7 janvier 1993 (1993-01-07)		
	* le document en entier *		

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B05B B29C B33Y B23K
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		1 septembre 2016	Gineste, Bertrand
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

1

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1502753 FA 821460**

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 01-09-2016

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
FR 2685922	A1	09-07-1993	AT 129934 T	15-11-1995
			DE 69300757 D1	14-12-1995
			DE 69300757 T2	27-06-1996
			EP 0574580 A1	22-12-1993
			ES 2082651 T3	16-03-1996
			FR 2685922 A1	09-07-1993
			JP H06507679 A	01-09-1994
			US 5418350 A	23-05-1995
			WO 9313871 A1	22-07-1993

US 5477026	A	19-12-1995	CA 2182083 A1	03-08-1995
			CN 1142794 A	12-02-1997
			DE 69431487 D1	07-11-2002
			DE 69431487 T2	03-07-2003
			EP 0741626 A1	13-11-1996
			JP H10501463 A	10-02-1998
			TW 275046 B	01-05-1996
			US 5477026 A	19-12-1995
			WO 9520458 A1	03-08-1995
			ZA 9500160 B	11-07-1996

FR 2971723	A1	24-08-2012	AUCUN	

WO 9300171	A1	07-01-1993	AT 141833 T	15-09-1996
			DE 4120790 A1	14-01-1993
			EP 0549747 A1	07-07-1993
			JP H06503040 A	07-04-1994
			US 5321228 A	14-06-1994
			WO 9300171 A1	07-01-1993
