

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/010673 A1

(43) Date de la publication internationale
26 janvier 2012 (26.01.2012)

- (51) Classification internationale des brevets :
C23C 4/12 (2006.01) *G01N 15/00* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2011/062575
- (22) Date de dépôt international :
21 juillet 2011 (21.07.2011)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1055929 21 juillet 2010 (21.07.2010) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
MESSIER-BUGATTI-DOWTY [FR/FR]; Inovel Parc Sud, F-78140 Velizy Villacoublay (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
MONERIE-MOULIN, Francis [FR/FR]; Lanot, F-64190 Prechacq-Josbaig (FR). **VIGUERA-SANCHO, Ana** [FR/FR]; 3 impasse Henri IV, F-64110 Jurançon (FR).
- (74) Mandataires : **PARZY, Benjamin** et al.; Cabinet Boettcher, 16 rue Médéric, F-75017 Paris (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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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).

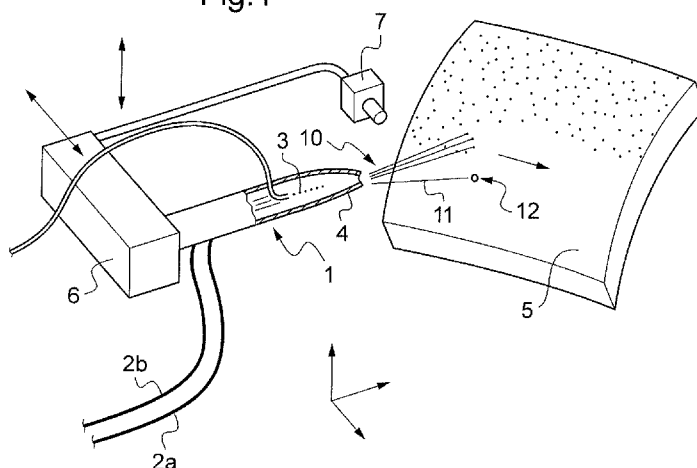
Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR ANTICIPATING THE RISK OF DEFECTS IN A COATING DEPOSITED BY THERMAL SPRAYING

(54) Titre : PROCEDE POUR ANTICIPER LE RISQUE DE DEFAUTS DANS UN REVETEMENT DEPOSE PAR PROJECTION THERMIQUE

Fig.1



(57) Abstract : The invention relates to a method for anticipating the risk of defects in a coating deposited onto a metal substrate (5) by means for thermally spraying particles (3), comprising a heating and acceleration member (1) for melting and spraying the particles in the molten state onto the substrate. The method of the invention comprises the steps of acquiring images (100) of the particles while the latter are being sprayed onto the substrate, and detecting, in said images, a possible light trail (10) that diverges from light trails (10) corresponding to a normal path of the particles sprayed out of the thermal spraying means.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2012/010673 A1



— *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité
de la demande antérieure (règle 4.17.iii))*

Publiée :

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

L' invention est relative à un procédé pour anticiper le risque de défauts dans un revêtement déposé sur un substrat métallique (5) par des moyens de projection thermique de particules (3) comportant un organe de chauffage et d'accélération (1) pour faire fondre et projeter les particules à l'état fondu sur le substrat. Le procédé de l'invention comporte les étapes de prendre des images (100) des particules lors de leur projection sur le substrat et de détecter sur ces images une éventuelle trace lumineuse divergente (11) de traces lumineuses (10) correspondant à un trajet normal des particules projetées en sortie des moyens de projection thermique.

PROCEDE POUR ANTICIPER LE RISQUE DE DEFAUTS DANS UN REVETEMENT DEPOSE PAR PROJECTION THERMIQUE

L'invention est relative à un procédé pour
5 anticiper le risque de défauts dans un revêtement déposé
par projection thermique.

ARRIERE-PLAN DE L'INVENTION

Il est connu de déposer sur un substrat
métallique (par exemple une pièce en acier ou en titane)
10 un revêtement par un procédé de projection thermique qui
consiste à introduire dans un jet de gaz chauds de fines
particules d'un matériau (par exemple du carbure de
tungstène) pour simultanément fondre ou ramollir les
particules et les accélérer en vue de les projeter à
15 l'état fondu sur le substrat métallique.

Il arrive parfois que les particules
s'agglomèrent entre elles ou que des impuretés (débris
d'usure du chalumeau, calamine) se mêlent aux particules,
conduisant à la formation d'agglomérats qui, compte tenu
20 de leur taille, ne sont pas entièrement fondus. Ces
agglomérats impactent le substrat et dans certains cas
rebondissent, mais dans d'autres cas s'incrudent dans le
revêtement en cours de dépôt, donnant lieu à une
irrégularité du revêtement. Lors de l'usinage ultérieur,
25 ces agglomérats peuvent s'arracher du revêtement et y
former des trous qui imposent de décaper le revêtement
pour le refaire. Ces reprises augmentent considérablement
le coût et le délai de réalisation de la pièce finie.

Qui plus est, le défaut ne se voit en général
30 qu'après usinage, de sorte que le cycle de fabrication de
la pièce s'est déroulé pratiquement jusqu'à son terme
avant que le défaut ne soit détecté.

OBJET DE L'INVENTION

L'invention a pour objet un procédé pour
35 anticiper le risque de défauts dans un revêtement déposé
par projection thermique.

RESUME DE L'INVENTION

En vue de la réalisation de ce but, on propose un procédé pour anticiper le risque de défauts dans un revêtement déposé sur un substrat métallique par des moyens de projection thermique de particules comportant un organe de chauffage et d'accélération pour faire fondre et projeter les particules à l'état fondu ou ramolli sur le substrat. Selon l'invention, le procédé comporte les étapes de prendre des images des particules lors de leur projection sur le substrat et de détecter sur ces images une éventuelle trace lumineuse divergente de traces lumineuses correspondant à un trajet normal des particules en sortie des moyens de projection.

Cette trace divergente est très probablement causée par un agglomérat qui, du fait de son poids, n'acquiert pas la même accélération que les autres particules. Cet agglomérat suit donc une trajectoire différente de celle des autres particules. La présence de la trace lumineuse d'une telle trajectoire trahit la formation d'un agglomérat et fait suspecter un risque que cet agglomérat ait impacté la surface du substrat et s'y soit collé.

Si une telle trace est détectée, il suffit de procéder à l'inspection de la pièce dans la zone concernée par l'impact du jet de particules fondues pour vérifier si oui ou non un défaut a été formé à la surface du revêtement et risque de donner lieu à un trou après usinage.

Ainsi, la détection du risque de défaut se fait beaucoup plus en amont dans le cycle de fabrication de la pièce, et il est moins onéreux de décaper et refaire le revêtement à ce stade de la production, alors que la pièce n'a pas encore été usinée.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

L'invention sera mieux comprise à la lumière de

la description qui suit des figures des dessins annexés parmi lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique d'une installation de revêtement par projection ;
- 5 - la figure 2 est une image prise par la caméra illustrée à la figure 1, montrant les trajectoires d'agglomérats divergeant des trajectoires des autres particules.

DESCRIPTION DETAILLEE DES FIGURES

10 On a choisi ici de décrire l'invention en relation avec un dispositif de projection thermique à flamme simple, comportant une torche 1 dans laquelle on amène un carburant 2a (par exemple du kérosène) et un
15 tout autre dispositif d'allumage permet de provoquer la combustion de l'ensemble, ce qui provoque une expulsion de gaz chaud à des vitesses importantes. Des particules fines 3 de poudre, par exemple du carbure de tungstène, sont amenées dans le jet de gaz chauds de la tuyère 4 de
20 la torche pour être fondues et projetées contre un substrat métallique à revêtir, par exemple ici une pièce en acier 5.

La torche 1 est montée solidaire d'un support mobile 6 déplaçable en regard d'une partie déterminée de
25 la pièce de façon à recouvrir ladite partie à l'aide des particules fondues et projetées. Le support mobile peut par exemple être constitué par le poignet d'un bras manipulateur. La position de la torche par rapport à la pièce ainsi que la zone d'impact sur la pièce des
30 particules sont connues à tout instant, par exemple par l'utilisation de capteurs de déplacement associés au support mobile. Une caméra 7, de préférence solidaire du support mobile 6 ou de la torche 1 et se déplaçant donc de concert avec la torche 1, prend en permanence des
35 images du jet de gaz et de particules fondues à la sortie

de la tuyère 4 de la torche 1.

La surface de la pièce 5 est recouverte d'un revêtement formé par l'impact des particules fondues. La surface 5 est ici recouverte par un mouvement de balayage de la torche 1 en regard de la surface de la pièce 5. Alternativement, si la pièce est cylindrique on peut faire tourner la pièce sur son axe pendant que la torche se déplace longitudinalement.

Comme visible à la figure 2, les images prises par la caméra 7 montrent des traits lumineux rapprochés 10 formant la trace du jet de particules en sortie de la tuyère. Ces traces forment une forme fixe, facilement identifiable sur l'image, par exemple au moyen d'un logiciel de reconnaissance de forme. Cependant, sur certaines images, il apparaît des traces lumineuses 11 qui divergent fortement par rapport aux autres traces. Ces traces lumineuses divergentes 11 signent presque certainement la formation d'un agglomérat d'impuretés et de particules partiellement fondues qui est beaucoup plus lourd que les particules fondues, et qui présente donc une trajectoire distincte des autres particules du fait de son inertie plus importante. Connaissant l'instant où cette image a été prise, il est facile d'en déduire, à partir de la connaissance à cet instant de la position de la torche 1 par rapport à la pièce 5, la zone d'impact 12 de la surface de la pièce 5 susceptible d'avoir reçu cet agglomérat.

De préférence, on mettra en œuvre un algorithme de reconnaissance spécialement adapté à détecter sur les images prises les traces divergentes 11. Cet algorithme est relativement simple, puisqu'il suffit de repérer une enveloppe des trajectoires normales des particules formant le jet de particules, puis de détecter toute trace lumineuse sortant de cette enveloppe. Cette enveloppe peut être repérée soit par calibration avant

usage de la torche, soit au début de chaque opération de revêtement.

5 A chaque détection d'une trace divergente suspecte, le temps de prise de vue et la position relative de la torche par rapport à la pièce est enregistrée. Il est alors très facile d'associer la région de la pièce susceptible d'avoir reçu l'agglomérat ayant provoqué cette trace.

10 Selon une première variante du procédé de l'invention, l'opération de revêtement est immédiatement interrompue dès détection d'une trace suspecte, en vue d'une inspection visuelle de la région de la pièce 5 susceptible d'avoir reçu l'agglomérat associé. Si la trace n'est pas due à un agglomérat, ou si l'agglomérat 15 n'a fait que rebondir sans s'incruster dans le revêtement en formation, l'opération de revêtement peut alors reprendre. Si au contraire l'agglomérat s'est incrusté dans le revêtement en formation, des opérations adaptées sont mises en œuvre pour enlever cet agglomérat, comme 20 par exemple une abrasion ou un décapage. L'opération de revêtement est alors reprise en repassant sur la zone traitée.

Selon une deuxième variante du procédé, les instants d'apparition sur les images de traces 25 divergentes (et les positions d'impact correspondantes) sont mises en mémoire, et l'opération de revêtement continue jusqu'à son terme. La pièce est inspectée après revêtement de la pièce, au moins au niveau de la ou des régions susceptibles d'avoir reçu des agglomérats. Si 30 besoin, une retouche des zones concernées est effectuée.

Ainsi, la détection et l'élimination des défauts dues à des agglomérats se fait selon l'invention soit simultanément, soit immédiatement après le dépôt sur la 35 pièce 5 du revêtement. La pièce ainsi traitée peut être alors usinée en toute confiance, sans risque qu'un

agglomérat collé à la surface de la pièce 5 saute lors de l'usinage et donne lieu à un trou dans le revêtement.

L'invention n'est pas limitée à ce qui vient d'être décrit, mais englobe au contraire toute variante entrant dans le cadre défini par les revendications.

En particulier, bien que le procédé de l'invention ait été ici décrit en relation avec une torche à gaz permettant une projection par flamme, le procédé n'est pas limité à l'utilisation de ce type de moyens de projection, mais englobe tout moyen adapté à projeter des particules fondues, par exemple des moyens de projection HVOF, à arc, à détonation ...

REVENDICATIONS

1. Procédé pour anticiper le risque de défauts dans un revêtement déposé sur un substrat métallique (5) par des moyens de projection thermique de particules (3) comportant un organe de chauffage et d'accélération (1) pour faire fondre et projeter les particules à l'état fondu ou ramolli sur le substrat, caractérisé en ce que le procédé comporte les étapes de prendre des images (100) des particules lors de leur projection sur le substrat et de détecter sur ces images une éventuelle trace lumineuse divergente (11) de traces lumineuses (10) correspondant à un trajet normal des particules projetées en sortie des moyens de projection thermique.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, en réponse à la détection d'une trace lumineuse divergente, la zone d'impact (12) probable sur le substrat métallique d'un agglomérat ayant causé cette trace lumineuse divergente est estimée à partir de la connaissance des positions relative des moyens de projection et du substrat métallique (5).

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la projection est immédiatement arrêtée et la zone d'impact est inspectée.

4. Procédé selon la revendication 2, dans lequel un évènement correspondant à ladite détection est mis en mémoire, la ou les zones d'impact du ou des divers agglomérats détectés étant inspectées à l'issue de l'opération de revêtement.

Fig.1

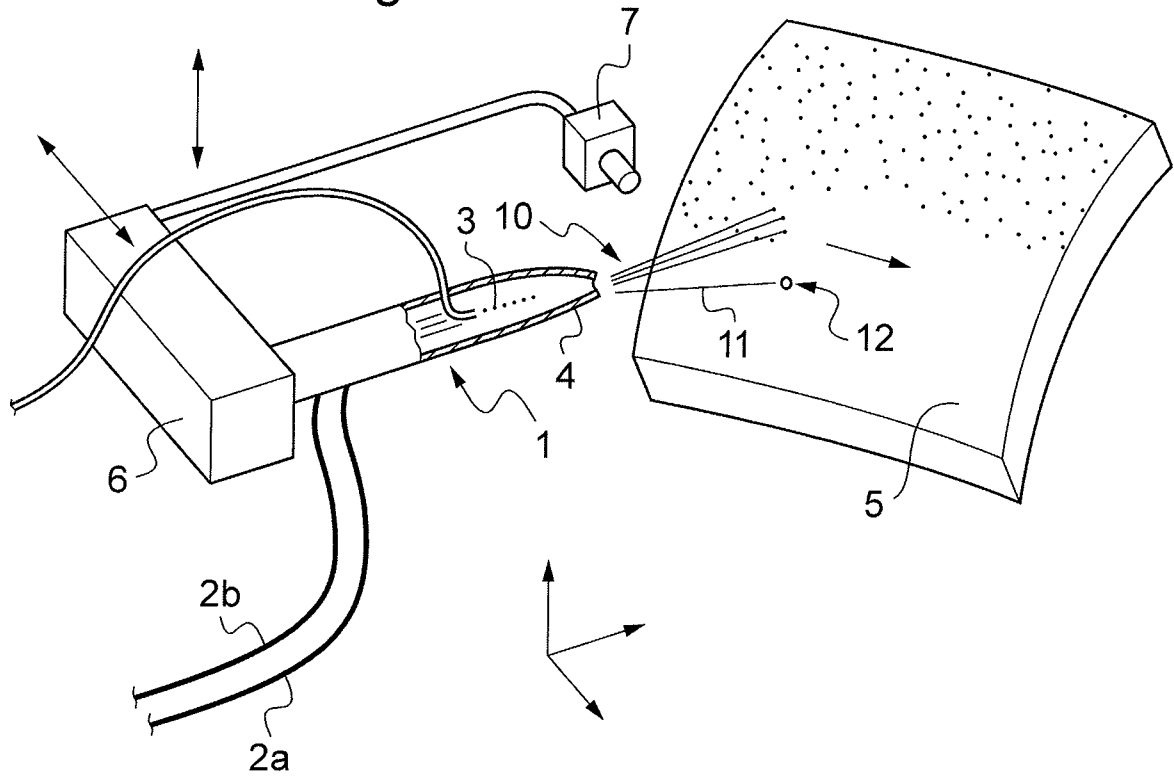
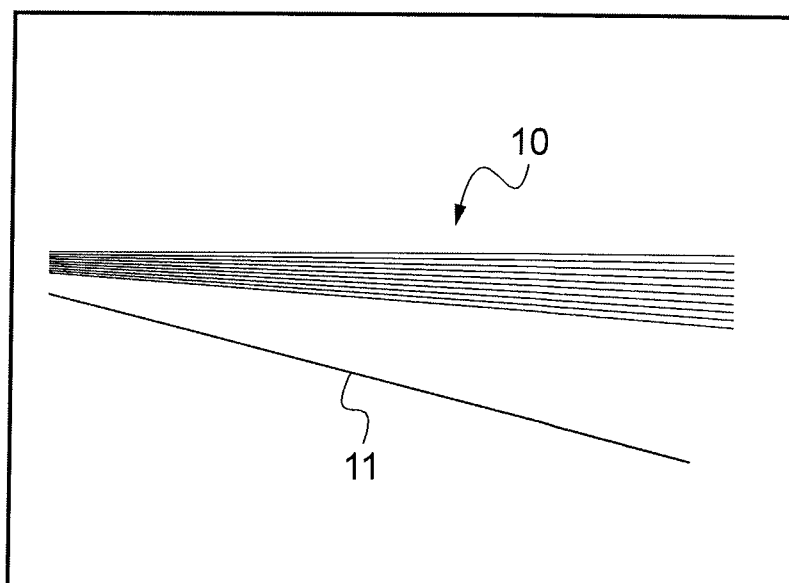


Fig.2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/062575

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C23C4/12 G01N15/00
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)
C23C G01N

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 practical, 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.
X	EP 0 955 389 A1 (LINDE AG [DE]) 10 November 1999 (1999-11-10) paragraphs [0007] - [0009], [0013], [0015]; claims 1,3,7 -----	1-4
X	DE 199 10 892 A1 (LINDE TECH GASE GMBH [DE]) 14 September 2000 (2000-09-14) claims 1,2,9,11 column 1, lines 3-35 column 2, lines 4-35 column 3, line 41 - column 4, line 32 -----	1,3,4
X	DE 10 2004 041671 A1 (LINDE AG [DE]) 2 March 2006 (2006-03-02) paragraphs [0010], [0013], [0016], [0020]; claims 1,7,9 ----- -/--	1,4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 August 2011

Date of mailing of the international search report

22/08/2011

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

Chalaftris, Georgios

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/062575

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	LETHINEN T ET AL: "Correlations Between In-Flight Particle Concentrations and Coating Properties in Atmospheric Plasma Spraying of Alumina", PROCEEDINGS OF THE NATIONAL THERMAL SPRAY CONFERENCE, XX, XX, 7 October 1996 (1996-10-07), pages 525-530, XP002954288, the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/062575

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0955389	A1	10-11-1999	DE	19820195 A1		11-11-1999

DE 19910892	A1	14-09-2000	AT	302293 T		15-09-2005
			AU	776428 B2		09-09-2004
			AU	2068400 A		14-09-2000
			EP	1036856 A1		20-09-2000
			US	7043069 B1		09-05-2006

DE 102004041671 A1		02-03-2006	NONE			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2011/062575

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. C23C4/12 G01N15/00
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)
C23C G01N

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
X	EP 0 955 389 A1 (LINDE AG [DE]) 10 novembre 1999 (1999-11-10) alinéas [0007] - [0009], [0013], [0015]; revendications 1,3,7 -----	1-4
X	DE 199 10 892 A1 (LINDE TECH GASE GMBH [DE]) 14 septembre 2000 (2000-09-14) revendications 1,2,9,11 colonne 1, ligne 3-35 colonne 2, ligne 4-35 colonne 3, ligne 41 - colonne 4, ligne 32 -----	1,3,4
X	DE 10 2004 041671 A1 (LINDE AG [DE]) 2 mars 2006 (2006-03-02) alinéas [0010], [0013], [0016], [0020]; revendications 1,7,9 ----- -/-	1,4



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



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

15 août 2011

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22/08/2011

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

Chalaftris, Georgios

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	LETHINEN T ET AL: "Correlations Between In-Flight Particle Concentrations and Coating Properties in Atmospheric Plasma Spraying of Alumina", PROCEEDINGS OF THE NATIONAL THERMAL SPRAY CONFERENCE, XX, XX, 7 octobre 1996 (1996-10-07), pages 525-530, XP002954288, le document en entier -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2011/062575

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0955389 A1	10-11-1999	DE 19820195 A1	11-11-1999
DE 19910892 A1	14-09-2000	AT 302293 T	15-09-2005
		AU 776428 B2	09-09-2004
		AU 2068400 A	14-09-2000
		EP 1036856 A1	20-09-2000
		US 7043069 B1	09-05-2006
DE 102004041671 A1	02-03-2006	AUCUN	