

(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  
3 mai 2007 (03.05.2007)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2007/048883 A1

(51) Classification internationale des brevets :  
C23C 2/26 (2006.01) C23C 14/58 (2006.01)  
C23C 2/28 (2006.01) C23C 14/14 (2006.01)  
C25D 5/50 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2005/002689

(22) Date de dépôt international :  
27 octobre 2005 (27.10.2005)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : USI-  
NOR [FR/FR]; Immeuble "La Pacific", La Défense 7,  
11/13, cours Valmy, F-92800 Puteaux (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BELLO,  
Alain [FR/FR]; 7, rue du Lion, F-57330 Hettange-Grande  
(FR). FABBRI, Vivian [FR/FR]; 8 chemin des Fours à  
coke, F-54310 Homecourt (FR). DUGELAY, Gérard  
[FR/FR]; 14 avenue André Malraux, F-57000 Metz (FR).

(74) Mandataire : PLAISANT, Sophie; Arcelor Research In-  
tellectual Property, 5, rue Luigi Charubini, F-93212 La  
Plaine Saint Denis Cedex (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,  
KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY,  
MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,  
SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),  
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,  
FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,  
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-  
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et  
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de  
la Gazette du PCT.

(54) Title: METHOD OF PRODUCING A PART WITH VERY HIGH MECHANICAL PROPERTIES FROM A ROLLED  
COATED SHEET

(54) Titre : PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PIECE A TRES HAUTES CARACTERISTIQUES MECANIQUES A PAR-  
TIR D'UNE TOLE LAMINEE ET REVETUE

(57) Abstract: The invention relates to a method of producing a part with very high mechanical properties from a rolled coated sheet. According to the invention, more than 90 % of the thickness of a steel part is coated with a compound which comprises at least one Fe-Zn-based phase that is rich on iron and which is formed by at least one alloying heat treatment between the steel and a pre-coat, said pre-coat consisting of a zinc alloy containing between 0.5 and 2.5 wt.-% aluminium and optionally one or more elements selected from Pb = 0.003 wt.-%, Sb = 0.003 wt.-%, Bi = 0.003 wt.-%, 0.002 wt.-% = Si = 0.07 wt.-%, La < 0.05 wt.-%, Ce < 0.05 wt.-%, the remainder comprising zinc and inevitable impurities.

(57) Abrégé : L'invention concerne une pièce en acier revêtu d'un composé constitué, sur plus de 90% de son épaisseur, d'au moins une phase à base Fe-Zn riche en fer, ledit composé étant formé par au moins un traitement thermique d'alliation entre ledit acier et un pré-revêtement, ledit pré-revêtement étant constitué d'un alliage de zinc comprenant, les teneurs étant exprimées en poids, entre 0,5 et 2,5% d'aluminium, et à titre optionnel, un ou plusieurs éléments choisis parmi : Pb < 0,003 %, Sb < 0,003%, Bi < 0,003%, 0,002% ≤ Si ≤ 0,070%, La < 0,05 %, Ce < 0,05 %, le solde étant constitué de zinc et des inévitables impuretés.



WO 2007/048883 A1

**PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PIECE A TRES HAUTES  
CARACTERISTIQUES MECANIKES A PARTIR D'UNE TÔLE LAMINEE  
ET REVÊTUE**

5

L'invention concerne la fabrication de pièces d'acier revêtu laminé à chaud ou à froid présentant une haute résistance mécanique ainsi qu'une bonne résistance à la corrosion.

Pour certaines applications, on cherche à réaliser des pièces en acier combinant une résistance mécanique élevée, une grande résistance aux chocs et une bonne tenue à la corrosion. Ce type de combinaison est particulièrement désirable dans l'industrie automobile où l'on recherche un allègement significatif des véhicules. Ceci peut être notamment obtenu grâce à l'utilisation de pièces d'aciers à très hautes caractéristiques mécaniques dont la microstructure est martensitique ou bainito-martensitique : des pièces anti-intrusion, de structure ou participant à la sécurité des véhicules automobiles telles que : traverses de pare-choc, renforts de portière ou de pied milieu, bras de roue, nécessitent par exemple les qualités mentionnées ci-dessus.

20 Le brevet FR 0004427 divulgue un procédé de fabrication où on approvisionne une tôle d'acier laminée avec un pré-revêtement métallique de zinc ou d'un alliage à base de zinc, l'acier possédant par exemple une résistance à la rupture de l'ordre de 500MPa. On découpe ensuite la tôle pour obtenir un flan, et l'on soumet celui-ci à un traitement thermique en vue de former un composé allié en surface et d'effectuer un emboutissage à chaud du flan. On refroidit ensuite ce flan dans des conditions aptes à conférer une dureté élevée à l'acier. A partir d'un acier présentant une résistance initiale de 500 MPa, on obtient par exemple des pièces avec une résistance mécanique supérieure à 1500 MPa. Le composé allié formé par interdiffusion du pré-revêtement et de l'acier au cours du traitement thermique assure ainsi une protection contre la corrosion, la décarburation, et une fonction de lubrification à haute température qui permet une augmentation de la durée de vie des outils d'emboutissage à chaud.

En comparaison avec un procédé d'emboutissage à chaud sur pièces nues c'est-à-dire sans pré-revêtement, la présence du composé procure une protection vis-à-vis de la décarburation lors du chauffage en four. On s'affranchit également de la nécessité de grenailer ou de sabler  
5 ultérieurement les pièces pour éliminer la couche superficielle irrégulière qui se forme par oxydation en four.

On peut cependant rencontrer des limitations à la mise en œuvre de ce procédé dans certaines applications qui nécessitent des propriétés particulières du revêtement formé par alliation :

- 10 - Les pièces embouties à chaud peuvent comporter des zones à concavité marquée. Compte tenu de la différence de dureté à chaud et de rhéologie entre l'acier de base et le revêtement, on peut éventuellement rencontrer un phénomène d'indentation du revêtement dans l'acier de base, en particulier dans des zones très déformées.  
15 Pour des pièces très sollicitées mécaniquement, on cherche à éviter ces indentations, zones d'amorçage potentiel de défauts.
- Lors du traitement thermique conduisant à l'alliation entre l'acier et le pré-revêtement, on assiste à une germination de phases Fe-Zn riches en fer et à une diffusion du zinc à proximité de ces sites de  
20 germination. Cette diffusion crée des lacunes, conduisant éventuellement à la création de défauts de compacité à un niveau microscopique. On recherche donc les conditions de fabrication les plus favorables pour réduire ou éliminer ces défauts de compacité dans le revêtement.
- 25 - On cherche également à minimiser l'usure de l'outillage lors des opérations de mise en forme, qui peut être plus ou moins marquée en fonction du revêtement. On a remarqué que des revêtements à forte rugosité étaient désavantageux vis-à-vis de la tenue de l'outillage. On recherche donc les conditions permettant de diminuer la rugosité de ce  
30 revêtement.
- On cherche également à obtenir un aspect superficiel régulier du revêtement après traitement thermique d'alliation, dans un but d'une éventuelle mise en peinture ultérieure ou d'utilisation comme pièces visibles.

En particulier, on cherche à éviter l'apparition de faïençage superficiel après traitement thermique : un tel défaut d'aspect du revêtement est caractérisé par la juxtaposition de cellules dont la taille est généralement de quelques millimètres, séparées par des joints. Au sein d'une même cellule, l'épaisseur du revêtement est sensiblement constante alors que l'épaisseur du dépôt est irrégulière au niveau des joints de cellules.

La présente invention a pour but de résoudre les problèmes évoqués ci-dessus. Elle vise en particulier à mettre à disposition un procédé de fabrication de pièces d'acier laminées à chaud ou à froid pré-revêtues d'un alliage à base de zinc, comportant une étape de traitement d'alliation, le revêtement obtenu après alliation présentant simultanément une bonne compacité, une grande résistance aux phénomènes de faïençage et une rugosité associée à une longévité satisfaisante de l'outillage de mise en forme. On recherche également un procédé n'entraînant pas de défaut d'indentation.

Dans ce but, l'invention a pour objet une pièce en acier revêtu d'un composé constitué, sur plus de 90% de son épaisseur, d'au moins une phase à base Fe-Zn riche en fer, le composé étant formé par au moins un traitement thermique d'alliation entre l'acier et un pré-revêtement, le pré-revêtement étant un alliage à base de zinc comprenant, les teneurs étant exprimées en poids, entre 0,5 et 2,5% d'aluminium, et à titre optionnel, un ou plusieurs éléments choisis parmi :  $Pb \leq 0,003 \%$ ,  $Sb \leq 0,003\%$ ,  $Bi \leq 0,003\%$ ,  $0,002\% \leq Si \leq 0,070\%$ ,  $La < 0,05 \%$ ,  $Ce < 0,05 \%$ , le solde étant constitué de zinc et des inévitables impuretés.

Préférentiellement, le pré-revêtement est un alliage dont la teneur en aluminium est supérieure ou égale à 0,5% et inférieure ou égale à 0,7% en poids.

Selon un mode préféré, le pré-revêtement est un alliage dont la teneur en aluminium est supérieure à 0,7% et inférieure ou égale à 0,8% en poids.

Préférentiellement encore, le pré-revêtement est un alliage dont la teneur en aluminium est supérieure à 0,8%, et inférieure ou égale à 2,5% en poids.

A titre préféré, la composition de l'acier comprend, les teneurs étant exprimées en poids :  $0,15\% \leq C \leq 0,5\%$ ,  $0,5\% \leq Mn \leq 3\%$ ,  $0,1\% \leq Si \leq 0,5\%$ ,  $0,01\% \leq Cr \leq 1\%$ ,  $Ti \leq 0,2\%$ ,  $Al \leq 0,1\%$ ,  $S \leq 0,05\%$ ,  $P \leq 0,1\%$ ,  $0,0005\% \leq B \leq 0,010\%$ , le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés  
5 inévitables résultant de l'élaboration.

Selon un mode préféré, la composition de l'acier comprend, les teneurs étant exprimées en poids :  $0,15\% \leq C \leq 0,25\%$ ,  $0,8\% \leq Mn \leq 1,5\%$ ,  $0,1\% \leq Si \leq 0,35\%$ ,  $0,01\% \leq Cr \leq 0,3\%$ ,  $Ti \leq 0,1\%$ ,  $Al \leq 0,1\%$ ,  $S \leq 0,05\%$ ,  $P \leq 0,1\%$ ,  $0,002\% \leq B \leq 0,005\%$ , le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés  
10 inévitables résultant de l'élaboration.

L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une pièce en acier revêtu, comportant les étapes selon lesquelles :

- on approvisionne une tôle d'acier laminée à chaud ou laminée à froid,
- on effectue un pré-revêtement métallique de la tôle par un alliage à base  
15 de zinc comprenant, les teneurs étant exprimées en poids, entre 0,5 et 2,5% d'aluminium, et à titre optionnel un ou plusieurs éléments choisis parmi :  $Pb \leq 0,003\%$ ,  $Sb \leq 0,003\%$ ,  $Bi \leq 0,003\%$ ,  $0,002\% \leq Si \leq 0,070\%$ ,  $La < 0,05\%$ ,  $Ce < 0,05\%$ , le solde étant constitué de zinc et des inévitables impuretés, on effectue optionnellement un pré-traitement thermique, on  
20 découpe la tôle pour obtenir une pièce, on chauffe la pièce de manière à former, par alliation entre l'acier et le pré-revêtement, un revêtement allié constitué, sur plus de 90% de son épaisseur, d'au moins une phase à base Fe-Zn riche en fer, et de manière à conférer une structure partiellement ou totalement austénitique à l'acier,
- 25 - on déforme la pièce à chaud et on refroidit la pièce dans des conditions propres à conférer les caractéristiques mécaniques visées pour la pièce d'acier.

Selon un mode préféré, le pré-revêtement est un alliage dont la teneur en aluminium est supérieure ou égale à 0,5%, et inférieure ou égale à 0,7% en  
30 poids.

Préférentiellement encore, le pré-revêtement est un alliage dont la teneur en aluminium est supérieure à 0,7%, et inférieure ou égale à 0,8% en poids.

A titre préférentiel, le pré-revêtement est un alliage dont la teneur en aluminium est supérieure à 0,8%, et inférieure ou égale à 2,5% en poids.

Selon un mode préféré, on approvisionne une tôle d'acier laminée à chaud ou laminée à froid, dont la composition comprend, les teneurs étant exprimées  
5 en poids :  $0,15\% \leq C \leq 0,5\%$ ,  $0,5\% \leq Mn \leq 3\%$ ,  $0,1\% \leq Si \leq 0,5\%$ ,  $0,01\% \leq Cr \leq 1\%$ ,  $Ti \leq 0,2\%$ ,  $Al \leq 0,1\%$ ,  $S \leq 0,05\%$ ,  $P \leq 0,1\%$ ,  $0,0005\% \leq B \leq 0,010\%$ , le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés inévitables résultant de l'élaboration.

Préférentiellement encore, on approvisionne une tôle d'acier laminée à chaud  
10 ou laminée à froid, dont la composition comprend, les teneurs étant exprimées en poids :  $0,15\% \leq C \leq 0,25\%$ ,  $0,8\% \leq Mn \leq 1,5\%$ ,  $0,1\% \leq Si \leq 0,35\%$ ,  $0,01\% \leq Cr \leq 0,3\%$ ,  $Ti \leq 0,1\%$ ,  $Al \leq 0,1\%$ ,  $S \leq 0,05\%$ ,  $P \leq 0,1\%$ ,  $0,002\% \leq B \leq 0,005\%$ , le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés inévitables résultant de l'élaboration.

15 Selon un mode particulier, le pré-traitement thermique comporte un chauffage à une température allant de 450°C à 520°C pendant une durée allant de 2 à 10 minutes.

A titre préféré, le chauffage pour réaliser l'alliation et pour conférer une structure partiellement ou totalement austénitique à l'acier est réalisé à une  
20 température comprise entre Ac1 et Ac3+100°C, la durée de maintien à cette température étant supérieure ou égale à 20s.

L'invention a également pour objet l'utilisation d'une pièce décrite ci-dessus, ou fabriquée selon l'une des variantes décrites ci-dessus, pour la fabrication de pièces de structures ou de sécurité pour véhicule automobile terrestre à  
25 moteur.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description ci-dessous donnée à titre d'exemple et faite en référence aux figures jointes suivantes :

La figure 1 présente la variation d'un l'indice caractérisant la qualité du revêtement, en fonction de la teneur en aluminium du pré-revêtement à base  
30 de zinc

- La figure 2 présente une vue superficielle d'un faïençage observé sur la

surface d'un acier revêtu selon un procédé de fabrication non conforme à l'invention.

- La figure 3 présente une vue microstructurale en coupe d'une tôle d'acier comportant un revêtement selon l'invention.

5 Par rapport à un pré-revêtement à partir de zinc pur, les inventeurs ont découvert de façon surprenante que la qualité du revêtement formé après un traitement thermique d'alliation entre l'acier de base et le pré-revêtement, était notablement améliorée lorsque le pré-revêtement était constitué d'un  
10 alliage à base de zinc contenant une quantité particulière en aluminium. La figure 1 présente la variation d'un l'indice caractérisant la qualité du revêtement, en fonction de la teneur en aluminium du pré-revêtement à base de zinc. Cet indice prend en compte les qualités de compacité, de rugosité et de résistance au faïençage du revêtement. La cotation de cet indice s'échelonne de 0 à 10 (10= très bonnes qualités du revêtement vis-à-vis de la  
15 compacité, de la rugosité et du résistance au faïençage, 0= comportement très médiocre)

- Lorsque la teneur pondérale en aluminium du pré-revêtement est inférieure à 0,5%, la compacité du revêtement allié formé est médiocre, celui-ci  
20 d'alliation. De plus, on relève dans ces conditions la présence d'un réseau de faïençage très développé.

- Lorsque la teneur en aluminium est supérieure à 2,5%, la qualité du revêtement diminue de façon importante en raison d'une augmentation de la rugosité.

25 - Lorsque la teneur en aluminium du pré-revêtement à base de zinc est comprise entre 0,5 et 0,7%, le revêtement présente une combinaison avantageuse, particulièrement en ce qui concerne les propriétés de rugosité et de résistance au faïençage. Ces propriétés sont encore améliorées lorsque la teneur en aluminium est supérieure à 0,7% et inférieure ou égale à 0,8%.

30 - Une combinaison optimale de compacité, de résistance à l'usure et au faïençage est obtenue lorsque la teneur en aluminium du bain de zinc est supérieure à 0,8% et inférieure ou égale à 2,5%.

Le pré-revêtement à base de zinc peut être déposé sur l'acier de base par un procédé au trempé, par électrodéposition, par un procédé de dépôt sous vide, ou par un quelconque autre procédé. Le dépôt est effectué préférentiellement en continu. Outre l'aluminium, le pré-revêtement à base de zinc peut contenir  
5 à titre optionnel un ou plusieurs éléments parmi :

- Le plomb, l'antimoine, le bismuth, la teneur pondérale de chacun de ces trois éléments étant inférieure ou égale à 0,003% pour éviter le phénomène de fleurage dans le cas de dépôts au trempé.

- Le silicium, en teneur pondérale supérieure ou égale à 0,002% permet  
10 d'éviter la formation d'une couche interfaciale  $Fe_xAl_y$  trop importante. Cependant, lorsque la teneur en silicium est supérieure à 0,070%, on provoque la formation de mattes dans le cas de dépôts au trempé.

- Le lanthane et le cérium, en quantité inférieure ou égale à 0,05%, favorisent la mouillabilité de la surface vis-à-vis du bain de zinc.

15 Le pré-revêtement à base de zinc peut également contenir d'inévitables impuretés, telles que par exemple du cadmium, de l'étain ou du cuivre. Lorsque le pré-revêtement est effectué par un procédé au trempé, le fer, le manganèse peuvent être notamment ainsi présents à titre d'impuretés.

Avantageusement, l'acier de base sur lequel on effectue le pré-revêtement  
20 présente la composition pondérale suivante :

- Une teneur en carbone comprise entre 0,15 et 0,5%, et préférentiellement entre 0,15 et 0,25% en poids. Cet élément joue un grand rôle sur la trempabilité et sur la résistance mécanique obtenue après le refroidissement qui suit le traitement d'austénitisation et d'alliation. Au-  
25 dessous d'une teneur de 0,15% en poids, l'aptitude à la trempe est cependant trop faible et les propriétés de résistance sont insuffisantes. Par contre, au-delà d'une teneur de 0,5 % en poids, le risque de formation de défauts est accru lors de la trempe, particulièrement pour les pièces les plus épaisses. Une teneur en carbone comprise entre  
30 0,15 et 0,25% permet d'obtenir une résistance comprise entre 1250 et 1650MPa environ.

- Outre son rôle de désoxydant, le manganèse a également un effet important sur la trempabilité en particulier lorsque sa teneur en poids est

au moins de 0,5% et préférentiellement de 0,8%. Cependant, une quantité trop importante (3% en poids, ou préférentiellement 1,5%) conduit à des risques de ségrégation excessive.

5 - La teneur en silicium de l'acier doit être comprise entre 0,1 et 0,5 % en poids, et de préférence entre 0,1 et 0,35%. Outre son rôle sur la désoxydation de l'acier liquide, cet élément contribue au durcissement de l'acier mais sa teneur doit être cependant limitée pour éviter la formation excessive d'oxydes et pour favoriser la revêtabilité.

10 - Au delà d'une teneur supérieure à 0,01%, le chrome augmente la trempabilité et contribue à l'obtention d'une résistance importante après l'opération de formage à chaud, et cela dans les différentes parties de la pièce après le refroidissement suivant le traitement thermique d'austénitisation et d'alliation. Au delà d'une teneur égale à 1%, (préférentiellement 0,3%), la contribution du chrome à l'obtention de cette  
15 homogénéité de propriétés mécaniques est saturée.

- L'aluminium est un élément favorisant la désoxydation et la précipitation de l'azote. En quantité supérieure à 0,1 % en poids, il se forme des aluminates grossiers lors de l'élaboration, ce qui incite à en limiter la teneur à cette valeur.

20 - En quantités excessives, le soufre et le phosphore conduisent à une fragilité augmentée. C'est pourquoi il est préférable de limiter leur teneur respective à 0,05 et 0,1 % en poids.

- Le bore, dont la teneur doit être comprise entre 0,0005 et 0,010 % en poids, et de préférence entre 0,002 et 0,005% en poids, est un élément  
25 qui joue un rôle important sur la trempabilité. Au-dessous d'une teneur de 0,0005%, on n'obtient pas un effet suffisant sur la trempabilité. Le plein effet est obtenu pour une teneur de 0,002%. La teneur maximale en bore doit être inférieure à 0,010%, et préférentiellement 0,005%, pour ne pas dégrader la ténacité.

30 - Le titane a une forte affinité pour l'azote et contribue donc à protéger le bore de façon à ce que cet élément se trouve sous forme libre pour jouer son plein effet sur la trempabilité. Au-delà de 0,2%, et plus particulièrement de 0,1%, il existe cependant un risque de former des

nitrides de titane grossiers dans l'acier liquide qui jouent un rôle néfaste sur la ténacité.

Dans le procédé selon l'invention, on approvisionne une tôle d'acier laminée à chaud ou à froid de composition exposée ci-dessus, on effectue un pré-  
5 revêtement grâce à un alliage à base de zinc de composition exposée également ci-dessus. On découpe, avant ou après traitement thermique, la tôle pour obtenir une pièce. On chauffe ensuite cette pièce pour réaliser conjointement :

- Un traitement d'alliation de façon à former un revêtement constitué, sur  
10 plus de 90% de son épaisseur, d'au moins une phase à base Fe-Zn riche en fer. Cette expression désigne une ou plusieurs phases, dont la teneur pondérale en Fe est supérieure ou égale à 65% et dont le rapport Fe/Zn est compris entre 1,9 et 4.

Au cours de la réaction d'alliation, on assiste à une diffusion  
15 d'éléments de la tôle d'acier, notamment du fer, du manganèse, du silicium, au sein du revêtement. De même certains éléments du pré-revêtement, notamment le zinc et l'aluminium, diffusent également.

- Une austénitisation de l'acier de base, cette austénitisation pouvant être partielle ou totale. On effectue avantageusement le chauffage  
20 dans un four de telle sorte que la pièce atteigne une température comprise entre  $Ac_1$  et  $Ac_3+100^\circ C$ .  $Ac_1$  et  $Ac_3$  désignent respectivement les températures de début et de fin de transformation austénitique. Selon l'invention, le temps de maintien à cette température est supérieur ou égale à 20s de manière à uniformiser la  
25 température dans les différents points de la pièce. On effectue alors l'opération de formage à chaud de la pièce, cette opération étant favorisée par la diminution de la limite d'écoulement et l'augmentation de la ductilité de l'acier avec la température. Partant de la structure partiellement ou totalement austénitique, on refroidira ensuite la pièce  
30 dans des conditions appropriées de façon à conférer les caractéristiques mécaniques visées pour la pièce : en particulier, on peut maintenir la pièce au sein d'un outillage pendant le refroidissement, l'outillage pouvant être lui même refroidi pour favoriser

l'évacuation de la chaleur. Afin d'obtenir des propriétés mécaniques élevées, on visera de préférence l'obtention de microstructures martensitiques ou martensito-bainitiques.

A titre optionnel, on peut effectuer un pré-traitement thermique après l'étape de pré-revêtement mentionnée ci-dessus. Ce pré-traitement thermique comporte un chauffage allant de 450°C à 520°C pendant une durée allant de 2 à 10 minutes. Ce pré-traitement thermique augmente la compacité du revêtement formé après le traitement conjoint d'alliation et d'austénitisation, ainsi que la résistance à la fissuration de ce revêtement. On a également constaté que ce pré-traitement thermique favorisait la formation de revêtements constitués, sur plus de 90% de leur épaisseur, de deux phases riches en fer. En l'absence de pré-traitement, les revêtements tendent à être constitués d'une phase unique, riche en fer. Sans vouloir être lié à une théorie, on pense que ce pré-traitement modifie l'interface entre l'acier et le pré-revêtement, et donc les phénomènes de diffusion qui interviennent lors du traitement d'alliation ultérieur.

A titre d'exemple, on a considéré des tôles d'acier laminées à froid d'épaisseur allant de 1,3 à 1,6 mm, de composition pondérale suivante :

Carbone : 0,22 %

Manganèse : 1,3%

Silicium : 0,30%

Phosphore <0,010%

Soufre : 0,005%

Chrome : 0,18%

Titane : 0,025%

Aluminium : 0,050%

B : 0,003%

Les tôles d'acier ont été pré-revêtues au trempé dans un bain à base de zinc contenant de l'aluminium en quantité allant jusqu'à 5%, du plomb, de l'antimoine et du bismuth, ces trois éléments en quantité inférieure à 0,003%, ainsi que du fer, au titre d'élément résiduel inévitable, en quantité inférieure à 0,020%. On a également effectué des pré-revêtements de zinc pur par électrodéposition. Dans le cas des revêtements au trempé, l'épaisseur du

pré-revêtement est de 10 à 20 microns environ, dans le cas de revêtements électrodéposés, l'épaisseur est de l'ordre de 10 microns.

Une partie des tôles a subi un pré-traitement thermique d'alliation entre 470 et 520°C, pendant une durée allant de 2 à 10 minutes. On a ensuite découpé  
5 les tôles pour obtenir des pièces.

Ces pièces ont été ensuite chauffées jusqu'à la température de 930°C (soit  $Ac3+70^\circ C$ ), un maintien de 3 minutes étant réalisé à cette température. La durée de chauffage incluant le temps de montée en température et le temps de maintien à 930°C était de 10 minutes. Ces conditions conduisent à une  
10 transformation austénitique complète de l'acier de base. Durant cette phase de chauffage et de maintien, on a constaté que le pré-revêtement à base de zinc forme, sur plus de 90% de son épaisseur, une ou plusieurs phases Fe-Zn riches en fer, par une réaction d'alliation entre l'acier de base et le pré-revêtement à base de zinc. Ce revêtement allié à haut point de fusion et  
15 haute dureté présente une grande résistance à la corrosion et évite l'oxydation et la décarburation de l'acier de base sous-jacent pendant et après la phase de chauffage.

Après la phase de chauffage à 930°C, les pièces ont été déformées à chaud de 5%.

20 Un refroidissement ultérieur à l'air conduit à une structure martensito-bainitique. La résistance mécanique obtenue après un tel traitement est supérieure à 750 MPa.

On a ensuite caractérisé les revêtements alliés par les techniques suivantes :

- 25 - Des coupes micrographiques ont permis d'apprécier la compacité des revêtements, ainsi que la présence d'une indentation éventuelle de ceux-ci au sein de la tôle de base dans certaines zones déformées à chaud.
- Une observation visuelle ainsi que des mesures effectuées sur un rugosimètre ont permis de quantifier le paramètre de rugosité  $R_a$  et  
30 - d'évaluer le faïençage des revêtements après traitement thermique et déformation, ainsi que la résistance à l'usure des outillages.

- Des observations en microscopie électronique à balayage en contraste de phases ont permis d'identifier les phases présentes dans les revêtements.

Les résultats de ces observations sont les suivants :

- 5
- Dans les conditions selon l'invention, le revêtement formé par alliation est constitué de phases riches en fer sur plus de 90% de son épaisseur. La micrographie de la figure 3, obtenue au microscope électronique à balayage illustre un exemple selon l'invention : le revêtement allié est constitué dans la grande majorité de son épaisseur de deux phases : une phase très pâle de composition moyenne : 70%Fe-27%Zn-1%Al-0,4%Si et une phase à l'aspect gris clair comprenant 76%Fe-22%Zn-1%Al-0,5%Si. On note la présence de manganèse en plus faibles quantités. La présence du silicium et du manganèse, ainsi naturellement que celle du fer, 10 témoigne de la diffusion du métal de base vers le pré-revêtement durant le traitement d'alliation-austénitisation. Quelques rares porosités résiduelles (zones sombres) sont également présentes. En extrême surface de l'échantillon, on note la présence d'une teneur en zinc plus importante, ce qui renforce la protection contre la corrosion.
- 15
- Lorsque la teneur en aluminium est inférieure à 0,5% dans le pré-revêtement, la compacité du revêtement allié formé est médiocre, celui-ci présentant de nombreuses porosités plus ou moins développées. Dans ces conditions, on relève également la présence d'un réseau de faïençage superficiel très marqué. La figure 2 présente un exemple d'un tel faïençage pour une teneur en aluminium de 0,1% , 20 c'est-à-dire hors des conditions de l'invention.
  - Lorsque la teneur en aluminium est supérieure à 2,5% dans le pré-revêtement, la rugosité augmente de façon importante, passant de Ra= 1,3 microns à Ra= 3 microns.
- 25
- Lorsque la teneur en aluminium du pré-revêtement à base de zinc est comprise entre 0,5 et 2,5%, le revêtement présente une très bonne combinaison de compacité, de faible rugosité et d'absence de faïençage. On note également que le phénomène d'indentation du 30

revêtement dans l'acier de base lors de la déformation à chaud, ne se produit pas, même dans les zones à concavité marquée. De plus, lorsque la teneur en aluminium est supérieure à 0,7% et préférentiellement à 0,8%, la résistance à l'apparition du faïençage est à son niveau le plus élevé ;

5 Ainsi, l'invention permet la fabrication de pièces revêtues à hautes caractéristiques, le revêtement métallique présentant une combinaison particulièrement favorable de compacité, de faible rugosité et d'absence de faïençage, ainsi que de résistance à l'indentation. Selon la composition de  
10 l'acier, en particulier sa teneur en carbone ainsi qu'en manganèse, chrome et bore, la résistance maximale des pièces peut être adaptée à l'utilisation visée.

Ces pièces seront utilisées avec profit pour la fabrication de pièces de sécurité, et notamment de pièces anti-intrusion ou de soubassement, de  
15 barres de renforcement, de pieds milieu, pour la construction de véhicules automobiles.

## REVENDEICATIONS

1. Pièce en acier revêtu d'un composé constitué, sur plus de 90% de son épaisseur, d'au moins une phase à base Fe-Zn riche en fer, ledit composé étant formé par au moins un traitement thermique d'alliation entre ledit acier et un pré-revêtement, ledit pré-revêtement étant un alliage à base de zinc comprenant, les teneurs étant exprimées en poids, entre 0,5 et 2,5% d'aluminium, et à titre optionnel, un ou plusieurs éléments choisis parmi :

10  $Pb \leq 0,003 \%$   
 $Sb \leq 0,003\%$   
 $Bi \leq 0,003\%$   
 $0,002\% \leq Si \leq 0,070\%$   
 $La < 0,05 \%$   
15  $Ce < 0,05 \%$ ,

le solde étant constitué de zinc et des inévitables impuretés

2. Pièce en acier selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit pré-revêtement est un alliage dont la teneur en aluminium est supérieure ou égale à 0,5% et inférieure ou égale à 0,7% en poids

3. Pièce en acier selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit pré-revêtement est un alliage dont la teneur en aluminium est supérieure à 0,7% et inférieure ou égale à 0,8% en poids

4. Pièce en acier selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit pré-revêtement est un alliage dont la teneur en aluminium est supérieure à 0,8%, et inférieure ou égale à 2,5% en poids

5. Pièce en acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la composition dudit acier comprend, les teneurs étant exprimées en poids :

$$0,15\% \leq C \leq 0,5\%$$

$$0,5\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,1\% \leq Si \leq 0,5\%$$

$$0,01\% \leq Cr \leq 1\%$$

5

$$Ti \leq 0,2\%$$

$$Al \leq 0,1\%$$

$$S \leq 0,05\%$$

$$P \leq 0,1\%$$

$$0,0005\% \leq B \leq 0,010\%,$$

- 10 - le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés inévitables résultant de l'élaboration

6. Pièce en acier selon la revendication 5, caractérisée en ce que la composition dudit acier comprend, les teneurs étant exprimées en poids :

15

$$0,15\% \leq C \leq 0,25\%$$

$$0,8\% \leq Mn \leq 1,5\%$$

$$0,1\% \leq Si \leq 0,35\%$$

$$0,01\% \leq Cr \leq 0,3\%$$

$$Ti \leq 0,1\%$$

20

$$Al \leq 0,1\%$$

$$S \leq 0,05\%$$

$$P \leq 0,1\%$$

$$0,002\% \leq B \leq 0,005\%,$$

- 25 le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés inévitables résultant de l'élaboration

7. Procédé de fabrication d'une pièce en acier revêtu, comportant les étapes selon lesquelles :

- on approvisionne une tôle d'acier laminée à chaud ou laminée à froid,

- on effectue un pré-revêtement métallique de ladite tôle par un alliage à base de zinc comprenant, les teneurs étant exprimées en poids, entre 0,5 et 2,5% d'aluminium,  
et à titre optionnel un ou plusieurs éléments choisis parmi :
    - 5  $Pb \leq 0,003 \%$
    - $Sb \leq 0,003\%$
    - $Bi \leq 0,003\%$
    - $0,002\% \leq Si \leq 0,070\%$
    - $La < 0,05 \%$
    - 10  $Ce < 0,05 \%$ ,le solde étant constitué de zinc et des inévitables impuretés,
  - on effectue optionnellement un pré-traitement thermique
  - on découpe ladite tôle pour obtenir une pièce
  - on chauffe ladite pièce de manière à former, par alliation entre ledit acier et ledit pré-revêtement, un revêtement allié constitué, sur plus de 90% de son épaisseur, d'au moins une phase à base Fe-Zn riche en fer, et de manière à conférer une structure partiellement ou totalement austénitique audit acier
  - 15 - on déforme ladite pièce à chaud,
  - 20 - on refroidit ladite pièce dans des conditions propres à conférer les caractéristiques mécaniques visées pour ladite pièce d'acier.
8. Procédé de fabrication selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit pré-revêtement est un alliage dont la teneur en aluminium est supérieure ou égale à 0,5%, et inférieure ou égale à 0,7% en poids
- 25
9. Procédé de fabrication selon la revendication 7, caractérisée en ce que ledit pré-revêtement est un alliage dont la teneur en aluminium est supérieure à 0,7%, et inférieure ou égale à 0,8% en poids

10. Procédé de fabrication selon la revendication 7, caractérisée en ce que ledit pré-revêtement est un alliage dont la teneur en aluminium est supérieure à 0,8%, et inférieure ou égale à 2,5% en poids

5 11. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que l'on approvisionne une tôle d'acier laminée à chaud ou laminée à froid, dont la composition comprend, les teneurs étant exprimées en poids :

$$0,15\% \leq C \leq 0,5\%$$

10

$$0,5\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,1\% \leq Si \leq 0,5\%$$

$$0,01\% \leq Cr \leq 1\%$$

$$Ti \leq 0,2\%$$

$$Al \leq 0,1\%$$

15

$$S \leq 0,05\%$$

$$P \leq 0,1\%$$

$$0,0005\% \leq B \leq 0,010\%,$$

- le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés inévitables résultant de l'élaboration

20

12. Procédé de fabrication selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'on approvisionne une tôle d'acier laminée à chaud ou laminée à froid, dont la composition comprend, les teneurs étant exprimées en poids :

$$0,15\% \leq C \leq 0,25\%$$

25

$$0,8\% \leq Mn \leq 1,5\%$$

$$0,1\% \leq Si \leq 0,35\%$$

$$0,01\% \leq Cr \leq 0,3\%$$

$$Ti \leq 0,1\%$$

$$Al \leq 0,1\%$$

30

$$S \leq 0,05\%$$

$$P \leq 0,1\%$$

$$0,002\% \leq B \leq 0,005\%,$$

le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés inévitables résultant de l'élaboration

5 13 Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, caractérisé en ce que ledit pré-traitement thermique comporte un chauffage allant à une température allant de 450°C à 520°C pendant une durée allant de 2 à 10 minutes

10 14 Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 7 à 13, caractérisé en ce qu'on effectue ledit chauffage pour réaliser ladite alliation et pour conférer une structure partiellement ou totalement austénitique audit acier à une température comprise entre Ac1 et Ac3+100°C, la durée de maintien à ladite température étant supérieure ou égale à 20s.

15

15 Utilisation d'une pièce selon les revendications 1 à 6, ou fabriquée selon l'une quelconque des revendications 7 à 14, pour la fabrication de pièces de structures ou de sécurité pour véhicule automobile terrestre à moteur.

20

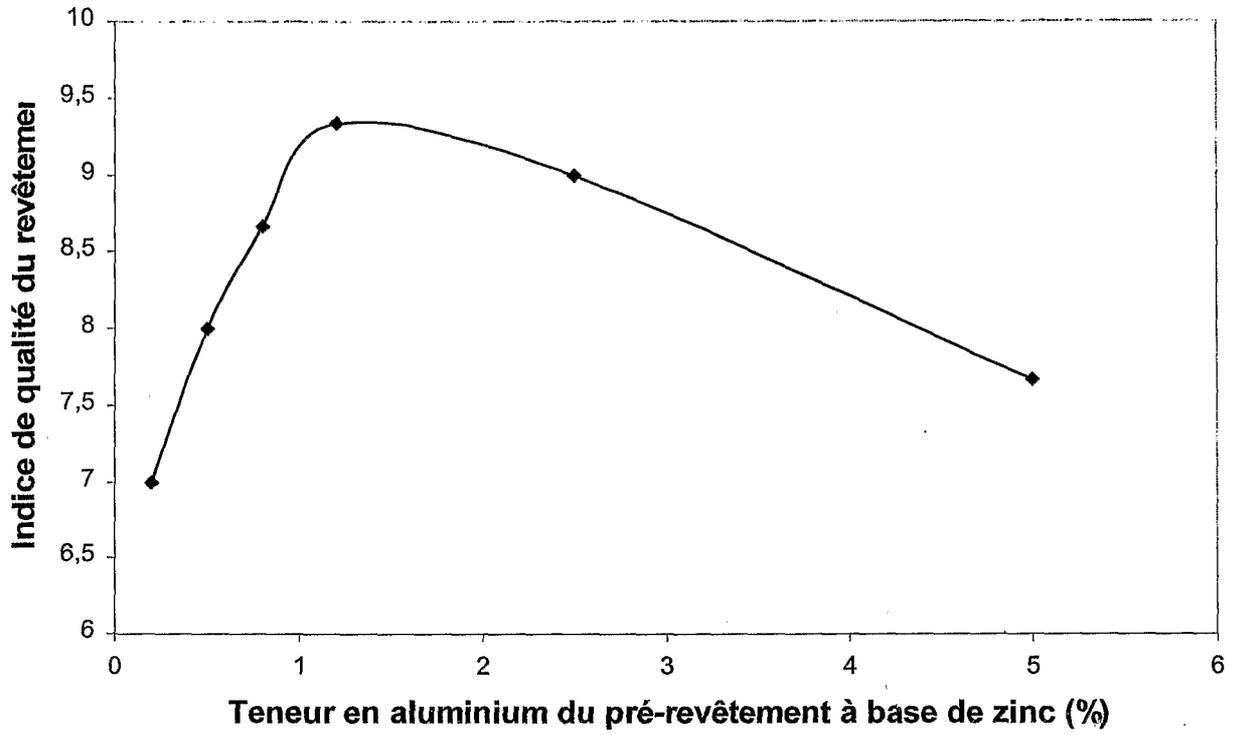


Figure 1

2/2

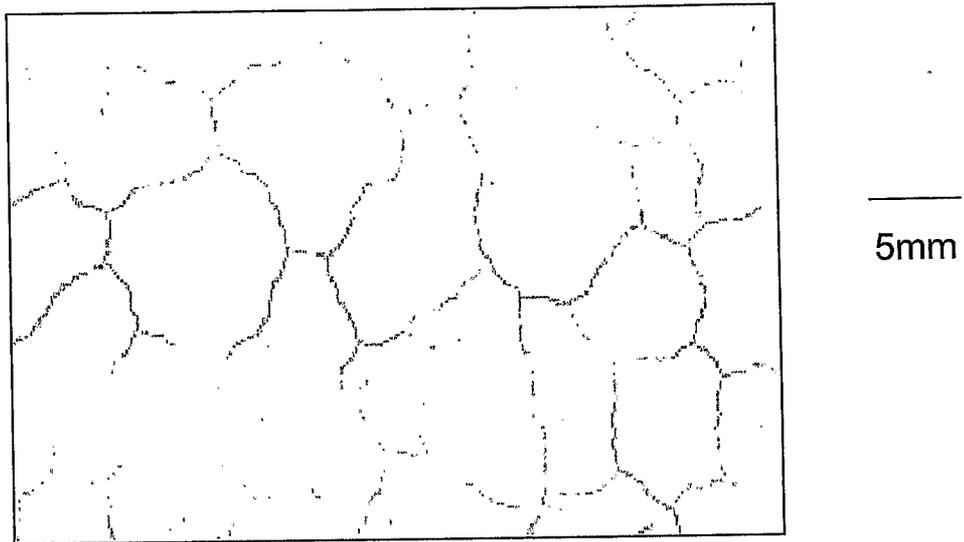


Figure 2

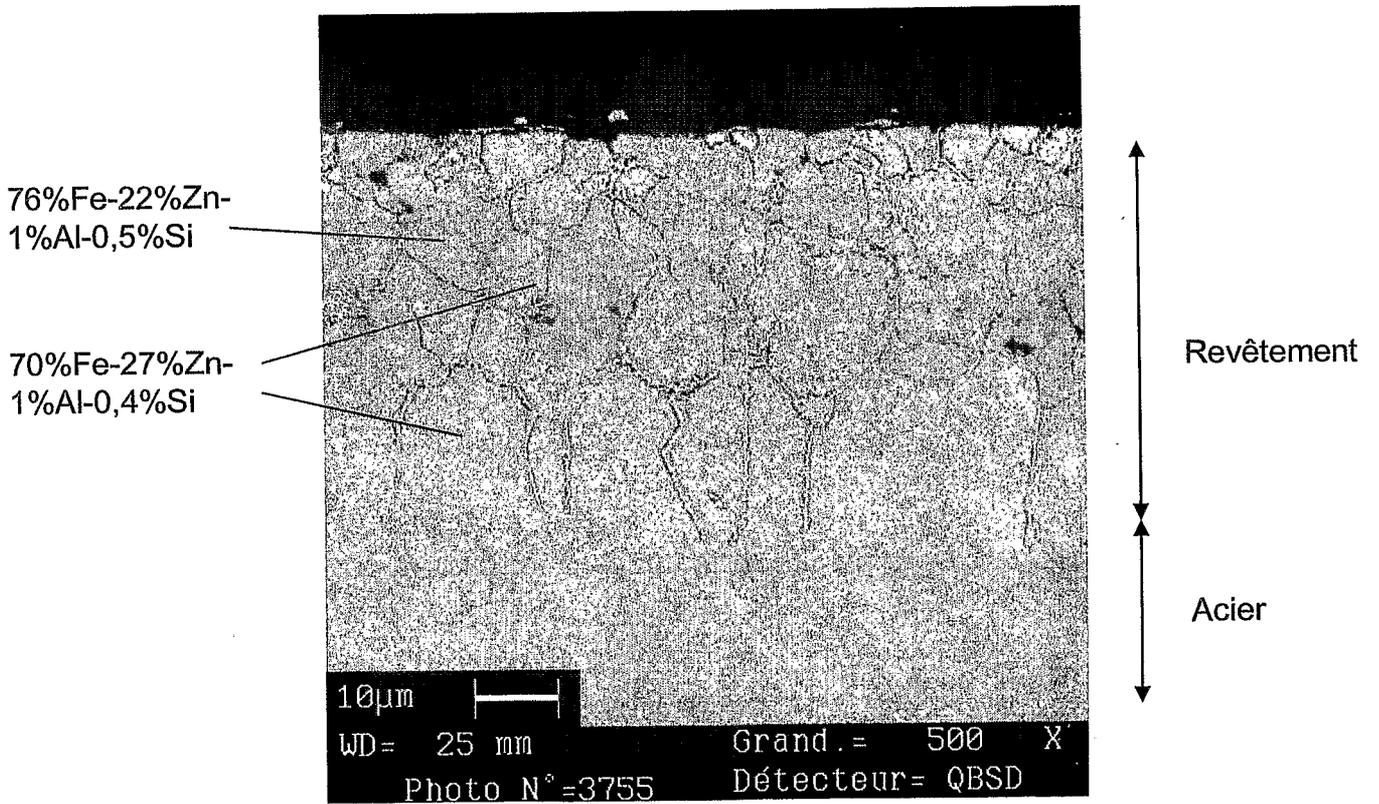


Figure 3

10 µm

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2005/002689A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. C23C2/26 C23C2/28 C25D5/50 C23C14/58 C23C14/14

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 C25D

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, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	EP 0 613 961 A (KAWASAKI STEEL CORPORATION) 7 September 1994 (1994-09-07) page 1, line 5 - line 6; claims 1-4	1-4, 15 7-10
X A	EP 0 365 682 A (TAIYO STEEL CO., LTD) 2 May 1990 (1990-05-02) page 5, line 26 - line 42; claims 1,4,7; table 7	1-4 5-12
X A	EP 1 577 407 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 21 September 2005 (2005-09-21) page 5, paragraph 33 - paragraph 35; claims 1-6 page 1, paragraph 1	1-6, 15 7-14
	----- -/--	

 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

10 July 2006

Date of mailing of the international search report

17/07/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Elsen, D

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2005/002689

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2004/094684 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD; TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA; TOYOD) 4 November 2004 (2004-11-04) the whole document & EP 1 630 244 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD; TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA; TOYOD) 1 March 2006 (2006-03-01) page 7, paragraph 49 -----	1,2,7,8, 14,15
Y	EP 1 143 029 A (USINOR) 10 October 2001 (2001-10-10) page 3, paragraph 18; claims 1-7; figures 1,2 -----	1,2,7,8, 14,15
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 07, 3 July 2003 (2003-07-03) & JP 2003 073774 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 12 March 2003 (2003-03-12) the whole document -----	7,13,14
A	US 2004/163439 A1 (ARNS WILHELM ET AL) 26 August 2004 (2004-08-26) page 1, paragraph 15 - page 2, paragraph 16; figure 1 -----	7
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 December 2003 (2003-12-05) & JP 2004 315965 A (JFE STEEL KK), 11 November 2004 (2004-11-11) abstract -----	1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2005/002689

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0613961	A	07-09-1994	CA 2116984 A1	05-09-1994
			CN 1096060 A	07-12-1994
			DE 69404338 D1	04-09-1997
			DE 69404338 T2	13-11-1997
			JP 3318385 B2	26-08-2002
			JP 6256903 A	13-09-1994
			KR 261522 B1	15-07-2000
			TW 380165 B	21-01-2000
			-----	
EP 0365682	A	02-05-1990	AU 628042 B2	10-09-1992
			AU 3288689 A	03-11-1989
			CA 1337322 C	17-10-1995
			DE 68923674 D1	07-09-1995
			DE 68923674 T2	04-04-1996
			ES 2018368 A6	01-04-1991
			WO 8909844 A1	19-10-1989
			JP 1263252 A	19-10-1989
			JP 2755387 B2	20-05-1998
			-----	
EP 1577407	A	21-09-2005	AU 2002361112 A1	29-07-2004
			CA 2511891 A1	22-07-2004
			WO 2004061137 A1	22-07-2004
-----				
WO 2004094684	A	04-11-2004	EP 1630244 A1	01-03-2006
			US 2006121305 A1	08-06-2006
-----				
EP 1630244	A	01-03-2006	WO 2004094684 A1	04-11-2004
			US 2006121305 A1	08-06-2006
-----				
EP 1143029	A	10-10-2001	BR 0102747 A	04-12-2001
			CA 2343340 A1	07-10-2001
			DE 01400861 T1	04-05-2005
			FR 2807447 A1	12-10-2001
			JP 3663145 B2	22-06-2005
			JP 2001353548 A	25-12-2001
			JP 2005047001 A	24-02-2005
			US 2001042393 A1	22-11-2001
-----				
JP 2003073774	A	12-03-2003	JP 3582504 B2	27-10-2004
-----				
US 2004163439	A1	26-08-2004	DE 10307184 B3	08-04-2004
-----				
JP 2004315965	A	11-11-2004	NONE	
-----				

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°  
PCT/FR2005/002689

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
 INV. C23C2/26      C23C2/28      C25D5/50      C23C14/58      C23C14/14

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 C25D

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, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X A	EP 0 613 961 A (KAWASAKI STEEL CORPORATION) 7 septembre 1994 (1994-09-07) page 1, ligne 5 - ligne 6; revendications 1-4	1-4, 15 7-10
X A	----- EP 0 365 682 A (TAIYO STEEL CO., LTD) 2 mai 1990 (1990-05-02) page 5, ligne 26 - ligne 42; revendications 1,4,7; tableau 7	1-4 5-12
X A	----- EP 1 577 407 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 21 septembre 2005 (2005-09-21) page 5, alinéa 33 - alinéa 35; revendications 1-6 page 1, alinéa 1	1-6, 15 7-14
	----- -/--	

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

10 juillet 2006

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

17/07/2006

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, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Elsen, D

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2005/002689

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WO 2004/094684 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD; TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA; TOYOD) 4 novembre 2004 (2004-11-04) le document en entier & EP 1 630 244 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD; TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA; TOYOD) 1 mars 2006 (2006-03-01) page 7, alinéa 49	1,2,7,8, 14,15
Y	EP 1 143 029 A (USINOR) 10 octobre 2001 (2001-10-10) page 3, alinéa 18; revendications 1-7; figures 1,2	1,2,7,8, 14,15
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 07, 3 juillet 2003 (2003-07-03) & JP 2003 073774 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 12 mars 2003 (2003-03-12) le document en entier	7,13,14
A	US 2004/163439 A1 (ARNS WILHELM ET AL) 26 août 2004 (2004-08-26) page 1, alinéa 15 - page 2, alinéa 16; figure 1	7
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 décembre 2003 (2003-12-05) & JP 2004 315965 A (JFE STEEL KK), 11 novembre 2004 (2004-11-11) abrégé	1

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2005/002689

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 0613961	A	07-09-1994	CA	2116984 A1	05-09-1994
			CN	1096060 A	07-12-1994
			DE	69404338 D1	04-09-1997
			DE	69404338 T2	13-11-1997
			JP	3318385 B2	26-08-2002
			JP	6256903 A	13-09-1994
			KR	261522 B1	15-07-2000
			TW	380165 B	21-01-2000
EP 0365682	A	02-05-1990	AU	628042 B2	10-09-1992
			AU	3288689 A	03-11-1989
			CA	1337322 C	17-10-1995
			DE	68923674 D1	07-09-1995
			DE	68923674 T2	04-04-1996
			ES	2018368 A6	01-04-1991
			WO	8909844 A1	19-10-1989
			JP	1263252 A	19-10-1989
			JP	2755387 B2	20-05-1998
			EP 1577407	A	21-09-2005
CA	2511891 A1	22-07-2004			
WO	2004061137 A1	22-07-2004			
WO 2004094684	A	04-11-2004	EP	1630244 A1	01-03-2006
			US	2006121305 A1	08-06-2006
EP 1630244	A	01-03-2006	WO	2004094684 A1	04-11-2004
			US	2006121305 A1	08-06-2006
EP 1143029	A	10-10-2001	BR	0102747 A	04-12-2001
			CA	2343340 A1	07-10-2001
			DE	01400861 T1	04-05-2005
			FR	2807447 A1	12-10-2001
			JP	3663145 B2	22-06-2005
			JP	2001353548 A	25-12-2001
			JP	2005047001 A	24-02-2005
			US	2001042393 A1	22-11-2001
JP 2003073774	A	12-03-2003	JP	3582504 B2	27-10-2004
US 2004163439	A1	26-08-2004	DE	10307184 B3	08-04-2004
JP 2004315965	A	11-11-2004	AUCUN		