

(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  
16 septembre 2004 (16.09.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2004/079022 A1

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : C21D 8/02,  
1/18

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2004/000209

(22) Date de dépôt international :  
30 janvier 2004 (30.01.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
03/01358 5 février 2003 (05.02.2003) FR

(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) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : MOULIN,  
Antoine [FR/FR]; 49, rue des Allemands, F-57000 Metz  
(FR).

(74) Mandataire : PLAISANT, Sophie; Usinor DIR PI, Im-  
meuble "La Pacific", TSA 10001, F-92070 La Défense  
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,  
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,  
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,  
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien  
(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, IT, LU, MC, NL, 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
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des  
revendications, sera republiée si des modifications sont re-  
çues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-  
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 COLD-ROLLED BAND OF DUAL-PHASE STEEL WITH A FERRITIC/MARTEN-  
SITIC STRUCTURE AND BAND THUS OBTAINED

(54) Titre : PROCEDE DE FABRICATION D'UNE BANDE D'ACIER DUAL-PHASE A STRUCTURE FERRITO-MARTENSI-  
TIQUE, LAMINEE A FROID ET BANDE OBTENUE

(57) Abstract: The invention relates to a method of producing a cold-rolled band of dual-phase steel with a ferritic/martensitic structure. The inventive method consists in hot rolling a slab having a chemical composition which comprises, by weight, 0.01 %  $\leq C \leq 0.1$  %, 0.05 %  $\leq Mn \leq 1$  %, 0.01 %  $\leq Cr \leq 1$  %, 0.01 %  $\leq Si \leq 0.5$  %, 0.001 %  $\leq P \leq 0.2$  %, 0.01 %  $\leq Al \leq 0.1$  %, N  $\leq 0.01$  %, the remainder being iron and impurities resulting from the preparation thereof. The method also comprises the following subsequent steps consisting in: hot winding the band obtained at a temperature of between 550 and 850 °C; cold rolling the band with a reduction ratio of between 60 and 90 %; annealing the band continuously in the intercritical region; cooling said band to ambient temperature, in one or more steps, the rate of cooling between 600 °C and ambient temperature being between 100 °C/s and 1500 °C/s; and, optionally, tempering same at a temperature of less than 300 °C. The aforementioned annealing and cooling operations are performed such that the end band comprises between 1 and 15 % martensite. The invention also relates to the steel band thus formed.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de fabrication d'une bande d'acier dualphase à structure ferrito-martensitique, laminée à froid dans lequel on lamine à chaud une brame dont la composition chimique comprend, en poids 0,010%  $\leq C \leq 0,100\%$  0,050%  $\leq Mn \leq 1,0\%$  0,010%  $\leq Cr \leq 1,0\%$  0,010%  $\leq Si \leq 0,50\%$  0,001%  $\leq P \leq 0,20\%$  0,010%  $\leq Al \leq 0,10\%$  N  $\leq 0,010\%$  le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration, ledit procédé comprenant ensuite les étapes consistant à - bobiner la bande à chaud obtenue à une température comprise entre 550 et 850°C, puis - à laminier à froid la bande avec un taux de réduction compris entre 60 et 90%, puis - à recuire la bande de façon continue dans le domaine intercritique, et - à la refroidir jusqu'à la température ambiante, en une ou plusieurs étapes, la vitesse de refroidissement entre 600°C et la température ambiante étant comprise entre 100°C/s et 1500°C/s, - et éventuellement à lui faire subir un revenu à une température inférieure à 300°C, les opérations de recuit et de refroidissement étant menées de telle sorte que la bande comprenne finalement de 1 à 15% de martensite, et la bande d'acier ainsi formée.

WO 2004/079022 A1

**Procédé de fabrication d'une bande d'acier dual-phase à structure  
ferrito-martensitique, laminée à froid et bande obtenue**

5

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'une bande d'acier dual-phase à structure ferrito-martensitique, laminée à froid, et la bande pouvant être obtenue par ce procédé, qui est plus particulièrement destinée à la fabrication de pièces pour automobile par emboutissage profond.

10

Les aciers à très haute résistance ont été développés ces dernières années, notamment afin de répondre aux besoins spécifiques de l'industrie automobile, qui sont en particulier la réduction du poids et donc de l'épaisseur des pièces, et l'amélioration de la sécurité qui passe par l'augmentation de la résistance à la fatigue et de la tenue aux chocs des pièces. Ces améliorations ne doivent en outre pas détériorer l'aptitude à la mise en forme des tôles utilisées pour la fabrication des pièces.

15

Ainsi, on a développé des aciers dits dual-phase, dont la structure est ferrito-martensitique et qui permettent d'atteindre des résistances à la traction  $R_m$  de plus de 400 MPa, mais qui ne présentent pas de bonnes caractéristiques d'emboutissabilité, car leur coefficient d'anisotropie  $r$  moyen est proche de 1. Par ailleurs, leur aptitude à la galvanisation est mauvaise, car ils contiennent de fortes quantités de silicium ou d'autres éléments néfastes au bon mouillage de la surface de la bande par le zinc en fusion.

20

Par ailleurs, on connaît des aciers dont la structure est monophasée et qui présentent un coefficient moyen d'anisotropie  $\bar{r}$  élevé, mais ont des caractéristiques mécaniques moyennes, avec une résistance à la traction  $R_m$  ne dépassant pas 400 MPa.

25

On citera à titre d'exemple les aciers à bas interstitiels, ou les aciers calmés à l'aluminium et re-phosphorés. Les tentatives d'amplifier les mécanismes de durcissement classiques pour ces types d'acier ne permettent

30

pas d'améliorer sensiblement leurs caractéristiques mécaniques. En outre, cet acier doit être apte à la galvanisation.

Le but de la présente invention est de remédier aux inconvénients des aciers de l'art antérieur en proposant une bande d'acier apte à l'emboutissage profond, et présentant à la fois d'excellentes caractéristiques mécaniques et d'excellentes caractéristiques d'anisotropie.

A cet effet, l'invention a pour premier objet un procédé de fabrication d'une bande d'acier dual-phase à structure ferrito-martensitique, laminée à froid caractérisé en ce qu'on lamine à chaud une brame dont la composition chimique comprend, en poids :

$$0,010\% \leq C \leq 0,100\%$$

$$0,050\% \leq Mn \leq 1,0\%$$

$$0,010\% \leq Cr \leq 1,0\%$$

$$0,010\% \leq Si \leq 0,50\%$$

$$0,001\% \leq P \leq 0,20\%$$

$$0,010\% \leq Al \leq 0,10\%$$

$$N \leq 0,010\%$$

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration,

ledit procédé comprenant ensuite les étapes consistant à :

- bobiner la bande à chaud obtenue à une température comprise entre 550 et 850°C, puis
  - à laminier à froid la bande avec un taux de réduction compris entre 60 et 90%, puis
  - à recuire la bande de façon continue dans le domaine intercritique, et
  - à la refroidir jusqu'à la température ambiante, en une ou plusieurs étapes, la vitesse de refroidissement entre 600°C et la température ambiante étant comprise entre 100°C/s et 1500°C/s,
  - et éventuellement à lui faire subir un revenu à une température inférieure à 300°C,
- les opérations de recuit et de refroidissement étant menées de telle sorte que la bande comprenne finalement de 1 à 15% de martensite.

Dans un mode de réalisation préféré, la composition chimique comprend en outre, en poids :

$$\begin{aligned} &0,020\% \leq C \leq 0,060\% \\ &0,300\% \leq Mn \leq 0,500\% \\ 5 \quad &0,010\% \leq Cr \leq 1,0\% \\ &0,010\% \leq Si \leq 0,50\% \\ &0,010\% \leq P \leq 0,100\% \\ &0,010\% \leq Al \leq 0,10\% \\ &N \leq 0,010\% \end{aligned}$$

10 le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

Le procédé selon l'invention peut également comprendre les caractéristiques suivantes, seules ou en combinaison :

- on lamine la bande à chaud à une température supérieure à 850°C,
- 15 – on bobine la bande à chaud à une température comprise entre 550 et 750°C,
- on lamine à froid la bande avec un taux de réduction compris entre 70 et 80%,
- le recuit continu de la bande laminée à froid comprend une phase de
- 20 montée en température, puis une phase de maintien à une température prédéterminée,
- la température de maintien est comprise entre Ac1 et 900°C,
- la température de maintien est comprise entre 750 et 850°C,
- le refroidissement jusqu'à la température ambiante comprend un
- 25 premier refroidissement lent entre la température de maintien et 600°C, au cours duquel la vitesse de refroidissement est inférieure à 50°C/s, puis un second refroidissement à une vitesse plus élevée et comprise entre 100°C/s et 1500°C/s, jusqu'à la température ambiante.

L'invention a également pour deuxième objet une bande d'acier dual-phase à structure ferrito-martensitique, laminée à froid, dont la composition chimique comprend, en poids :

$$\begin{array}{lcl}
 & 0,010\% & \leq C \leq 0,100\% \\
 5 & 0,050\% & \leq Mn \leq 1,0\% \\
 & 0,010\% & \leq Cr \leq 1,0\% \\
 & 0,010\% & \leq Si \leq 0,50\% \\
 & 0,001\% & \leq P \leq 0,20\% \\
 & 0,010\% & \leq Al \leq 0,10\% \\
 10 & & N \leq 0,010\%
 \end{array}$$

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration, la bande comportant en outre entre 1% et 15% de martensite.

Dans un mode de réalisation préféré, la composition de la bande est la suivante :

$$\begin{array}{lcl}
 15 & 0,020\% & \leq C \leq 0,060\% \\
 & 0,300\% & \leq Mn \leq 0,500\% \\
 & 0,010\% & \leq Cr \leq 1,0\% \\
 & 0,010\% & \leq Si \leq 0,50\% \\
 & 0,010\% & \leq P \leq 0,100\% \\
 20 & 0,010\% & \leq Al \leq 0,10\% \\
 & & N \leq 0,010\%
 \end{array}$$

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

La bande selon l'invention peut également comprendre les caractéristiques suivantes, seules ou en combinaison :

- 25 – elle présente une résistance à la traction  $R_m$  supérieure à 450 MPa,
- elle présente une résistance à la traction  $R_m$  supérieure à 500 MPa,
- elle présente une résistance à la traction  $R_m$  supérieure à 600 MPa,
- elle présente un coefficient d'anisotropie moyen  $r$  supérieur à 1,1,
- elle présente un coefficient d'anisotropie moyen  $r$  supérieur à 1,3,
- 30 – elle comporte en outre entre 1% et 10% de martensite,
- elle comporte en outre entre 5% et 8% de martensite.

Enfin, l'invention a pour troisième objet l'utilisation d'une bande d'acier selon l'invention, pour la fabrication de pièces pour automobile par emboutissage profond.

Le procédé selon l'invention consiste à laminier à chaud une brame de composition spécifique, puis à bobiner la bande à chaud obtenue à une température comprise entre 550 et 850°C.

Ce bobinage à température élevée est en effet favorable au développement de ce que l'on appelle une texture, c'est à dire une structure anisotrope. Un tel bobinage permet en effet de faire coalescer la précipitation de cémentite  $Fe_3C$ , et de réduire la quantité de carbone remise en solution lors du recuit, nocive au développement de la texture de recristallisation.

Le procédé consiste ensuite à laminier à froid la bande avec un taux de réduction compris entre 60 et 90%, puis à la recuire la bande de façon continue dans le domaine intercritique.

Le recuit intercritique permet de re-dissoudre la majorité des phases carburées formées lors du bobinage après la recristallisation. Le fait que l'austénitisation et la dissolution des phases carburées intervienne après la recristallisation permet de conserver le carbone piégé lors de la recristallisation et de le libérer une fois que la texture de la ferrite recristallisée est développée. La texture ne sera donc pas affectée par le carbone en solution solide, comme dans le cas d'un bobinage à basse température, mais uniquement altérée par le caractère isotrope de la martensite formée.

Le procédé consiste ensuite à refroidir la bande jusqu'à la température ambiante, en une ou plusieurs étapes, la vitesse de refroidissement entre 600°C et la température ambiante étant comprise entre 100°C/s et 1500°C/s, et éventuellement à lui faire subir un revenu à une température inférieure à 300°C.

Cette phase de refroidissement rapide permet de former de la martensite dans la structure de l'acier, ce qui permet d'obtenir de très bonnes caractéristiques mécaniques. Cependant, on veille à ne pas former trop de

martensite, car celle-ci est isotrope et réduit donc le coefficient moyen d'anisotropie  $r$ .

La trempe à l'eau permet de former des proportions importantes de phases carburées par rapport à l'analyse considérée. On peut réduire la fraction de phase martensitique formée en abaissant la température de  
5 maintien vers des valeurs plus basses dans le domaine intercritique, ou bien encore en pratiquant un refroidissement lent avant trempe.

On peut également réduire la différence de dureté entre la matrice ferritique et la phase martensitique, en refroidissant plus lentement la bande  
10 ou en pratiquant un court revenu, de l'ordre d'une minute, de la phase martensitique formée après trempe à l'eau.

Il est à noter que ce revenu n'est en aucun cas un traitement de surveillance comme on en trouve dans l'art antérieur. En effet, ces traitements de surveillance (ou overaging en anglais), qui sont  
15 généralement effectués entre 300 et 500°C, ont notamment pour effet de supprimer la martensite qui est un élément essentiel de la présente invention. Le revenu éventuellement pratiqué selon l'invention, consiste à précipiter une partie du carbone en solution solide piégé dans la martensite, sans diminuer la proportion de cette martensite. La température maximale de ce revenu est  
20 de 300°C, de préférence de 250°C, et de façon plus particulièrement préférée, de 200°C.

La composition selon l'invention comprend du carbone à une teneur comprise entre 0,010% et 0,100%. Cet élément est essentiel à l'obtention de bonnes caractéristiques mécaniques, mais ne doit pas être présent en trop  
25 grande quantité, car il générerait la formation d'une trop grande proportion de phase martensitique.

Elle comprend également du manganèse à une teneur comprise entre 0,050% et 1,0%. Le manganèse améliore la limite d'élasticité de l'acier tout en réduisant fortement sa ductilité, ce pour quoi on limite sa teneur.

30 La composition comprend également du chrome à une teneur comprise entre 0,010% et 1,0% qui aide à la formation recherchée de martensite.

La composition comprend également du silicium à une teneur comprise entre 0,010% et 0,50%. Il améliore fortement la limite d'élasticité de l'acier tout en réduisant faiblement sa ductilité et en détériorant sa revêtabilité.

La composition comprend également du phosphore à une teneur  
5 comprise entre 0,001% et 0,20%, qui durcit la microstructure sans affecter sa texture.

La composition comprend également de l'aluminium à une teneur comprise entre 0,010% et 0,10% qui évite le vieillissement en piégeant l'azote.

10

### Exemples

A titre d'exemple non limitatif, et afin de mieux illustrer l'invention, deux nuances d'acier ont été élaborées. Leur composition, en millièmes de  
15 pourcent est donnée dans le tableau suivant :

	C	Mn	Cr	Si	P	Al	N
A	60	600	70	70	20	56	5
B	43	373	76	13	22	56	5,7

Le reste des compositions est constitué de fer et d'impuretés inévitables  
20 résultant de l'élaboration.

### Abréviations employées

Re : limite d'élasticité en MPa

Rm : résistance à la traction en MPa

25 r : coefficient d'anisotropie

P : palier

%m : proportion de martensite



Après élaboration, les deux nuances ont été austénitisée à 1250°C pendant une heure, afin d'obtenir une mise en solution des nitrures d'aluminium. Les brames ont ensuite été laminées à chaud de telle sorte que  
5 la température de fin de laminage soit supérieure à 900°C, la valeur de AR3 étant de 870°C environ pour les deux nuances.

Les bandes laminées à chaud ont ensuite été refroidies par trempe à l'eau, à une vitesse de refroidissement de l'ordre de 25°C/s, jusqu'à atteindre la température de bobinage. La nuance A a été bobinée à 720°C, tandis  
10 qu'un échantillon de la nuance B a été bobiné à 550°C et l'autre à 720°C.

Les différents échantillons ont ensuite été laminés à froid jusqu'à atteindre un taux de réduction de 75%, puis ont été soumis à un traitement de recuit à une température de maintien de 750°C pour certains échantillons, et de 800°C pour d'autres. Le refroidissement jusqu'à la température ambiante  
15 est alors effectué à une vitesse de l'ordre de 25°C/s, par trempe à l'eau.

On mesure ensuite les caractéristiques mécaniques et d'anisotropie des aciers obtenus.

20 Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant :

Nuance	Tbob (°C)	Tmaintien (°C)	Direction	Re (MPa)	Rm (MPa)	P (%)	r	r moyen	% m
A	720	800	T	420	711	0	1,10	0,98	14
			L	405	713	0	1,11		
			45°	425	720	0	0,85		
		750	T	443	713	0	1,26	1,02	12
			L	438	717	0	1,13		
			45°	451	736	0	0,84		
B	720	800	T	432	656	0	1,46	1,27	8
			L	430	697	0	1,60		
			45°	436	668	0	1,01		
		750	T	454	662	0	2,04	1,37	7
			L	457	690	0	1,41		
			45°	461	677	0	1,01		
	550	800	T	455	677	0	1,47	1,21	6
			L	446	667	0	1,44		
			45°	472	687	0	0,97		
		750	T	475	680	0,3	1,46	1,09	5
			L	463	668	0,4	1,25		
			45°	482	697	0,3	0,83		

L'anisotropie globale d'un acier est déterminée par le coefficient d'anisotropie normale r moyen :

$$r = \frac{r_T + r_L + 2(r_{45^\circ})}{4}$$

où r<sub>T</sub> désigne la valeur de r mesurée dans la direction transversale au sens de laminage de la bande,

$r_L$  désigne la valeur de  $r$  mesurée dans la direction longitudinale au sens de laminage de la bande,

$r_{45^\circ}$  désigne la valeur de  $r$  mesurée à  $45^\circ$  par rapport au sens de laminage de la bande.

- 5            Pour une température de bobinage de  $720^\circ\text{C}$ , on a représenté en figure 1, la relation existant entre le coefficient  $r$  moyen et le taux de martensite formé  $\%m$  pour les nuances A et B. On constate que plus le taux de martensite augmente, plus l'acier est isotrope.

- Par ailleurs, on constate que plus le taux de martensite est important,  
10    plus les caractéristiques mécaniques sont élevées.

            A titre d'illustration, on a fait figurer en figure 2 la microstructure obtenue avec la nuance A, bobinée à  $720^\circ\text{C}$ , puis recuit à  $750^\circ\text{C}$  pour obtenir finalement 12% de martensite. On y distingue bien la ferrite et la martensite formée.

## REVENDICATIONS

5

1. Procédé de fabrication d'une bande d'acier dual-phase à structure ferrito-martensitique, laminée à froid caractérisé en ce qu'on lamine à chaud une bame dont la composition chimique comprend, en poids :

10

$$0,010\% \leq C \leq 0,100\%$$

$$0,050\% \leq Mn \leq 1,0\%$$

$$0,010\% \leq Cr \leq 1,0\%$$

$$0,010\% \leq Si \leq 0,50\%$$

$$0,001\% \leq P \leq 0,20\%$$

$$0,010\% \leq Al \leq 0,10\%$$

15

$$N \leq 0,010\%$$

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration,

ledit procédé comprenant ensuite les étapes consistant à :

20

– bobiner la bande à chaud obtenue à une température comprise entre 550 et 850°C, puis

– à laminier à froid la bande avec un taux de réduction compris entre 60 et 90%, puis

– à recuire la bande de façon continue dans le domaine intercritique, et

25

– à la refroidir jusqu'à la température ambiante, en une ou plusieurs étapes, la vitesse de refroidissement entre 600°C et la température ambiante étant comprise entre 100°C/s et 1500°C/s,

– et éventuellement à lui faire subir un revenu à une température inférieure à 300°C,

30

les opérations de recuit et de refroidissement étant menées de telle sorte que la bande comprenne finalement de 1 à 15% de martensite.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en outre en ce que la composition chimique de l'acier comprend :

$$0,020\% \leq C \leq 0,060\%$$

$$0,300\% \leq Mn \leq 0,500\%$$

5  $0,010\% \leq Cr \leq 1,0\%$

$$0,010\% \leq Si \leq 0,50\%$$

$$0,010\% \leq P \leq 0,100\%$$

$$0,010\% \leq Al \leq 0,10\%$$

$$N \leq 0,010\%$$

10 le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

3. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on lamine la bande à chaud à une température supérieure à 850°C.

- 15 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on bobine la bande à chaud à une température comprise entre 550 et 750°C.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'on lamine à froid la bande avec un taux de réduction compris entre 70 et 80%.

- 20 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le recuit continu de la bande laminée à froid comprend une phase de montée en température, puis une phase de maintien à une température prédéterminée.

- 25 7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la température de maintien est comprise entre Ac1 et 900°C.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en outre en ce que la température de maintien est comprise entre 750 et 850°C.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le refroidissement jusqu'à la température ambiante comprend un premier refroidissement lent entre la température de maintien et 600°C, au cours duquel la vitesse de refroidissement est inférieure à 50°C/s, puis
- 30

un second refroidissement à une vitesse plus élevée et comprise entre 100°C/s et 1500°C/s, jusqu'à la température ambiante.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le second refroidissement est réalisé par trempe à l'eau.

5 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le refroidissement est effectuée en une seule opération, à une vitesse de refroidissement comprise entre 100°C/s et 1500°C/s.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que le refroidissement est réalisé par trempe à l'eau.

10 13. Bande d'acier dual-phase à structure ferrito-martensitique, laminée à froid, dont la composition chimique comprend, en poids :

$$0,010\% \leq C \leq 0,100\%$$

$$0,050\% \leq Mn \leq 1,0\%$$

$$0,010\% \leq Cr \leq 1,0\%$$

15  $0,010\% \leq Si \leq 0,50\%$

$$0,001\% \leq P \leq 0,20\%$$

$$0,010\% \leq Al \leq 0,10\%$$

$$N \leq 0,010\%$$

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration, la bande  
20 comportant en outre entre 1% et 15% de martensite.

14. Bande d'acier selon la revendication 13, caractérisée en ce que sa composition chimique comprend en outre :

$$0,020\% \leq C \leq 0,060\%$$

$$0,300\% \leq Mn \leq 0,500\%$$

25  $0,010\% \leq Cr \leq 1,0\%$

$$0,010\% \leq Si \leq 0,50\%$$

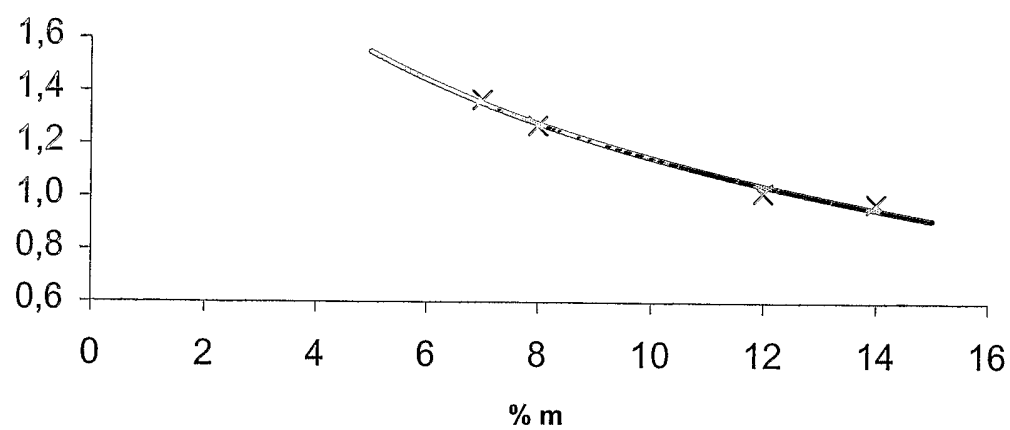
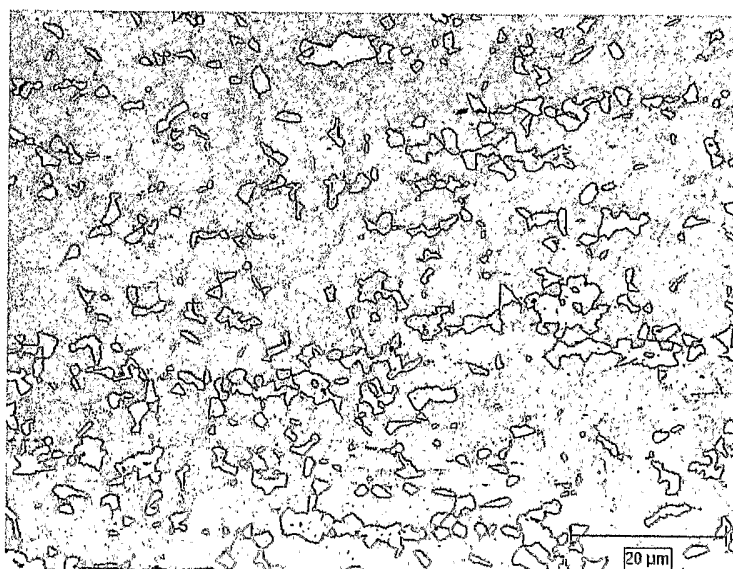
$$0,010\% \leq P \leq 0,100\%$$

$$0,010\% \leq Al \leq 0,10\%$$

$$N \leq 0,010\%$$

30 le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

15. Bande d'acier selon l'une ou l'autre des revendications 13 ou 14, caractérisée en ce qu'elle présente une résistance à la traction  $R_m$  supérieure à 450 MPa.
- 5 16. Bande d'acier selon la revendication 15, caractérisée en ce qu'elle présente une résistance à la traction  $R_m$  supérieure à 500 MPa.
17. Bande d'acier selon la revendication 16, caractérisée en outre en ce qu'elle présente une résistance à la traction  $R_m$  supérieure à 600 MPa.
18. Bande d'acier selon l'une quelconque des revendications 13 à 17, caractérisée en ce qu'elle présente un coefficient d'anisotropie moyen  $r$  supérieur à 1,1.
- 10 19. Bande d'acier selon la revendication 18, caractérisée en outre en ce qu'elle présente un coefficient d'anisotropie moyen  $r$  supérieur à 1,3.
20. Bande d'acier selon l'une quelconque des revendications 13 à 19, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre entre 1% et 10% de martensite.
- 15 21. Bande d'acier selon la revendication 20, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre entre 5% et 8% de martensite.
22. Utilisation d'une bande d'acier selon l'une quelconque des revendications 13 à 21, pour la fabrication de pièces pour automobile par emboutissage profond.
- 20

**1 / 1****Fig. 1****Fig. 2**



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/000209

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 C21D8/02 C21D1/18

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)  
IPC 7 C21D

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, PAJ, 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	US 4 336 080 A (NAKAOKA KAZUhide ET AL) 22 June 1982 (1982-06-22) column 10, line 7 - line 56; claims 1,2; example B; tables 1,2	1-10
A	-----	13-22
X	EP 0 969 112 A (NIPPON STEEL CORP) 5 January 2000 (2000-01-05)  page 19 - page 23; examples 33,35-39; tables 5-8	13, 15-17, 20-22
A	claim 12  -----  -/--	1-10,18, 19

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in 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

21 July 2004

Date of mailing of the international search report

04/08/2004

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

Lilimpakis, E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/000209

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4336080	A	22-06-1982	JP 1006262 B JP 1610667 C JP 56084443 A BE 886429 A1 CA 1128841 A1 DE 3045761 A1 FR 2472021 A1 GB 2070056 A , B IT 1134555 B	02-02-1989 15-07-1991 09-07-1981 01-04-1981 03-08-1982 25-06-1981 26-06-1981 03-09-1981 13-08-1986
EP 0969112	A	05-01-2000	JP 3530347 B2 JP 11036039 A JP 11061327 A JP 11080878 A AU 717294 B2 AU 6311898 A CA 2283924 A1 EP 0969112 A1 CN 1251140 T JP 10317096 A WO 9841664 A1 TW 426742 B AU 716203 B2 AU 5576798 A CA 2278841 A1 CN 1246161 T EP 0974677 A1 WO 9832889 A1 US 6544354 B1	24-05-2004 09-02-1999 05-03-1999 26-03-1999 23-03-2000 12-10-1998 24-09-1998 05-01-2000 19-04-2000 02-12-1998 24-09-1998 21-03-2001 24-02-2000 18-08-1998 30-07-1998 01-03-2000 26-01-2000 30-07-1998 08-04-2003
US 5405463	A	11-04-1995	JP 57073132 A BE 890862 A1 CA 1188605 A1 DE 3142403 A1 FR 2492843 A1 GB 2086425 A , B NL 8104817 A SE 450390 B SE 8106352 A	07-05-1982 15-02-1982 11-06-1985 08-07-1982 30-04-1982 12-05-1982 02-05-1983 22-06-1987 29-04-1983
US 3839095	A	01-10-1974	JP 54013403 B DE 2214896 A1 FR 2132090 A5 GB 1389078 A IT 953565 B NL 7204052 A , C ZA 7202060 A	30-05-1979 12-10-1972 17-11-1972 03-04-1975 10-08-1973 29-09-1972 27-12-1972
US 5123969	A	23-06-1992	NONE	
EP 1193322	A	03-04-2002	CA 2368504 A1 EP 1193322 A1 US 2003047256 A1 CN 1366559 T WO 0164967 A1 JP 2002053935 A TW 550296 B US 2003188811 A1	07-09-2001 03-04-2002 13-03-2003 28-08-2002 07-09-2001 19-02-2002 01-09-2003 09-10-2003

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/000209

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1193322	A	US 2003145920 A1	07-08-2003

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/000209

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 C21D8/02 C21D1/18

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)

CIB 7 C21D

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 réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ, 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	US 4 336 080 A (NAKAOKA KAZUhide ET AL) 22 juin 1982 (1982-06-22) colonne 10, ligne 7 - ligne 56; revendications 1,2; exemple B; tableaux 1,2	1-10
A	-----	13-22
X	EP 0 969 112 A (NIPPON STEEL CORP) 5 janvier 2000 (2000-01-05)  page 19 - page 23; exemples 33,35-39; tableaux 5-8 revendication 12	13, 15-17, 20-22
A	----- -/-	1-10, 18, 19

☒ 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
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

21 juillet 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04/08/2004

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

Lilimpakis, E

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR2004/000209

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 405 463 A (SHIMOMURA TAKAYOSHI ET AL) 11 avril 1995 (1995-04-11) colonne 1, ligne 36 - ligne 59; revendications 1-13,17; exemples 1,2; tableaux 1-3 colonne 2, ligne 24 - ligne 39 colonne 3, ligne 25 - ligne 57 -----	1-22
A	US 3 839 095 A (NAKAOKA K ET AL) 1 octobre 1974 (1974-10-01) revendications 1,2; exemples I-III -----	1-14,18, 19
A	US 5 123 969 A (CHOU TUNG-SHENG) 23 juin 1992 (1992-06-23) abrégé; exemples 3,4; tableaux 1,2 -----	1-10
A	EP 1 193 322 A (KAWASAKI STEEL CO) 3 avril 2002 (2002-04-03)  abrégé; revendications 1,6; tableaux 15-17 -----	1-10, 13-17, 20,21

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

De... de Internationale No

PCT/FR2004/000209

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4336080	A	22-06-1982	JP 1006262 B	02-02-1989
			JP 1610667 C	15-07-1991
			JP 56084443 A	09-07-1981
			BE 886429 A1	01-04-1981
			CA 1128841 A1	03-08-1982
			DE 3045761 A1	25-06-1981
			FR 2472021 A1	26-06-1981
			GB 2070056 A ,B	03-09-1981
			IT 1134555 B	13-08-1986
EP 0969112	A	05-01-2000	JP 3530347 B2	24-05-2004
			JP 11036039 A	09-02-1999
			JP 11061327 A	05-03-1999
			JP 11080878 A	26-03-1999
			AU 717294 B2	23-03-2000
			AU 6311898 A	12-10-1998
			CA 2283924 A1	24-09-1998
			EP 0969112 A1	05-01-2000
			CN 1251140 T	19-04-2000
			JP 10317096 A	02-12-1998
			WO 9841664 A1	24-09-1998
			TW 426742 B	21-03-2001
			AU 716203 B2	24-02-2000
			AU 5576798 A	18-08-1998
			CA 2278841 A1	30-07-1998
			CN 1246161 T	01-03-2000
			EP 0974677 A1	26-01-2000
			WO 9832889 A1	30-07-1998
			US 6544354 B1	08-04-2003
US 5405463	A	11-04-1995	JP 57073132 A	07-05-1982
			BE 890862 A1	15-02-1982
			CA 1188605 A1	11-06-1985
			DE 3142403 A1	08-07-1982
			FR 2492843 A1	30-04-1982
			GB 2086425 A ,B	12-05-1982
			NL 8104817 A	02-05-1983
			SE 450390 B	22-06-1987
			SE 8106352 A	29-04-1983
US 3839095	A	01-10-1974	JP 54013403 B	30-05-1979
			DE 2214896 A1	12-10-1972
			FR 2132090 A5	17-11-1972
			GB 1389078 A	03-04-1975
			IT 953565 B	10-08-1973
			NL 7204052 A ,C	29-09-1972
			ZA 7202060 A	27-12-1972
US 5123969	A	23-06-1992	AUCUN	
EP 1193322	A	03-04-2002	CA 2368504 A1	07-09-2001
			EP 1193322 A1	03-04-2002
			US 2003047256 A1	13-03-2003
			CN 1366559 T	28-08-2002
			WO 0164967 A1	07-09-2001
			JP 2002053935 A	19-02-2002
			TW 550296 B	01-09-2003
			US 2003188811 A1	09-10-2003

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/000209

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1193322	A	US 2003145920 A1	07-08-2003