

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 835 945 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
15.04.1998 Bulletin 1998/16

(51) Int Cl.⁶: **C22C 38/16**, C22C 38/08,
C21D 8/04

(21) Numéro de dépôt: **97402089.3**

(22) Date de dépôt: **08.09.1997**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

• **Giraud, Christian**
13140 Miramas (FR)

(30) Priorité: **19.09.1996 FR 9611413**

(71) Demandeur: **SOLLAC (Société Anonyme)**
92800 Puteaux (FR)

(74) Mandataire: **Ventavoli, Roger**
USINOR,
Direction Propriété Industrielle,
Immeuble "La Pacific",
La Défense,
11/13 Cours Valmy,
TSA 10001
92070 La Défense (FR)

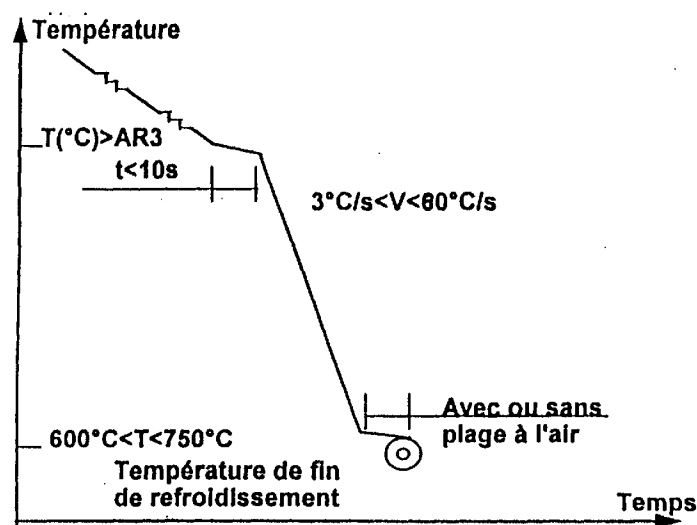
(72) Inventeurs:
• **Bano, Xavier**
13800 Istres (FR)

(54) Tôle d'acier laminé à chaud pour emboutissage profond

(57) Tôle d'acier laminé à chaud pour emboutissage profond caractérisée en la composition pondérale suivante :

0,010% < carbone < 0,080%
0,1 < manganèse < 0,5%
0,02% < aluminium < 0,08%
silicium < 0,1%

phosphore < 0,04%
soufre < 0,025%
titane < 0,05%
azote < 0,009%
0,001% < bore < 0,01%
0,1 < cuivre < 0,8%
0,05% < nickel < 0,6%.

**FIG. 3****EP 0 835 945 A1**

Description

La présente invention concerne une tôle d'acier laminé à chaud pour emboutissage profond, issue d'un train à bande.

Les propriétés de mise en forme des aciers sont importantes pour la réalisation de pièces embouties de formes complexes. Dans la gamme des produits plats laminés à chaud, dont les caractéristiques mécaniques sont obtenues par laminage contrôlé sur train à large bande, les aciers présentant les meilleures propriétés d'emboutissage sont les aciers dit 3C et 3C Ti.

Ces aciers ont des compositions contenant du carbone, du manganèse, du titane et présentent des teneurs en éléments d'addition très faibles permettant d'adoucir les propriétés mécaniques. Ils possèdent néanmoins des éléments gamagènes comme le carbone et le manganèse dont les teneurs sont suffisamment élevées pour avoir une température de transformation ferritique relativement basse, comme, par exemple, une température de transformation AR3 de 840°C pour une épaisseur de 4,5 mm. Il est nécessaire de laminer au-dessus de cette température, c'est-à-dire dans le domaine austénitique pour éviter de laminer dans le domaine biphasé austénite-ferrite, domaine de laminage qui dégrade les propriétés de mise en forme de l'acier.

D'autre part, les tôles réalisées avec ces aciers peuvent être revêtues en continu sur une ligne de galvanisation afin de les protéger contre la corrosion. Ce mode de revêtement conduit à soumettre les tôles à un cycle thermique qui provoque dans l'acier desdites tôles, par diffusion du carbone et de l'azote, une augmentation de la limite élastique de l'acier et une diminution de son allongement.

Le but de l'invention est de proposer une tôle d'acier présentant d'une part, des propriétés de mise en forme élevées pour l'emboutissage profond, et d'autre part, des propriétés mécaniques comparables après laminage à chaud et après galvanisation en continu.

L'invention a pour objet une tôle d'acier laminé à chaud pour emboutissage profond caractérisée en la composition pondérale suivante :

0,010% < carbone < 0,080%
 0,1 < manganèse < 0,5%
 0,02% < aluminium < 0,08%
 silicium < 0,1%
 phosphore < 0,04%
 soufre < 0,025%
 titane < 0,05%
 azote < 0,009%
 0,001% < bore < 0,01%
 0,1 < cuivre < 0,8%
 0,05% < nickel < 0,6%.

Une autre caractéristique de l'invention est :

- la teneur en nickel est sensiblement égale à la moitié de la teneur en cuivre.

L'invention concerne aussi un procédé de fabrication d'une tôle d'acier laminé à chaud pour emboutissage profond dans lequel la composition de l'acier est soumise après élaboration à:

- un laminage à chaud à une température supérieure à la température de transformation AR3,
- un refroidissement commençant dans un intervalle de temps inférieur à 10 secondes après le laminage à chaud, le refroidissement étant, d'une part, compris entre 3°C par seconde et 80°C par seconde, et, d'autre part, effectué jusqu'à une température comprise entre 600°C et 750°C.

Une autre caractéristique de l'invention est:

- le laminage à chaud est effectué à une température comprise dans un intervalle de 10°C à 120°C au-dessus de la température de transformation AR3.

La description qui suit et les figures annexées, le tout donné à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre l'invention.

La figure 1 présente l'influence des teneurs en éléments carbone, bore, cuivre plus nickel sur l'abaissement du point de transformation AR3.

La figure 2 présente l'évolution de AR3 en fonction de la température de laminage pour un acier contenant 0,002% de bore et un acier ne contenant pas de bore.

La figure 3 présente l'évolution du traitement de la tôle dans son procédé de réalisation.

La tôle d'acier laminé à chaud pour emboutissage profond dont la composition est la suivante :

0,010% < carbone < 0,080%
 0,1 < manganèse < 0,5%
 0,02% < aluminium < 0,08%
 silicium < 0,1%
 phosphore < 0,04%
 soufre < 0,025%
 titane < 0,05%
 azote < 0,009%
 0,001% < bore < 0,01%
 0,1 < cuivre < 0,8%
 0,05% < nickel < 0,6%.

le reste étant du fer et des impuretés inhérentes à l'élaboration, permet l'obtention d'une microstructure ferrite cémentite homogène.

Le point de transformation est abaissé par les éléments cuivre, nickel et bore sans le durcissement de la structure.

La figure 1 présente l'influence des teneurs en éléments carbone, bore, cuivre plus nickel sur l'abaissement du point de transformation AR3.

L'ajout du nickel en teneur égale à la moitié de la teneur en cuivre est nécessaire pour atténuer les défauts de surface de la tôle.

Le cuivre et le nickel apportent à la tôle d'acier une amélioration de la résistance à la corrosion.

Le carbone, à une teneur inférieure à 0,08%, permet d'obtenir de bonnes propriétés de mise en forme. La faiblesse de la teneur en carbone assure une limitation du durcissement de la matrice du fait d'un faible taux de phases carburées.

Le titane a pour fonction principale de se combiner avec l'azote pour former des précipités de nitrure de titane très stables au cours de la solidification de l'acier. Le titane en sur stoechiométrie ($3,4 < \text{Ti/N} < 10$) précipite au cours du refroidissement sous forme de carbure de titane et piège ainsi une partie du carbone dans l'acier. Le rapport Ti/N doit rester inférieur à 10 pour éviter le durcissement par précipitation de carbure de titane.

La teneur en titane doit donc être limitée pour éviter le durcissement par les précipités. En teneur élevée dans l'intervalle indiqué, le titane précipité sous forme de TIC peut être un avantage pour des aciers pour émaillage car il permet la conservation des propriétés mécaniques après la mise en forme de la tôle et le traitement thermique d'émaillage.

Le bore a pour fonction notamment de contrôler la germination et la croissance de la ferrite et d'obtenir ainsi de bonnes propriétés de mise en forme, propriétés qui se caractérisent par un allongement de l'acier amélioré. Le bore précipite d'autre part avec le carbone sous forme de borocarbures ou ségrégations aux joints de grains.

Dans l'acier selon l'invention, contenant du bore, le point de début de transformation ferritique diminue lorsque l'on augmente la température de laminage. Cette remarque permet d'abaisser considérablement la température de début de transformation ferritique et évite ainsi le laminage biphasé, laminage en dessous de la température de début de transformation ferrite-bainite. En effet, le laminage biphasé conduit à des défauts de type peau d'orange en surface liés au grossissement du grain ferritique avec des propriétés de mise en forme dégradées. Le phénomène mis en évidence permet d'abaisser les teneurs en carbone et manganèse et d'améliorer ainsi les propriétés de mise en forme grâce à une structure plus douce avec une taille de grain ferritique plus élevée et donc, un allongement plus élevé sans risque de laminage biphasé.

La figure 2 présente l'évolution de AR3 en fonction de la température de laminage pour un acier contenant 0,002% de bore et un acier ne contenant pas de bore.

Comme le montre la figure 2, le bore permet de maîtriser la température de début de transformation ferritique en association avec la température de fin de laminage.

L'association du titane et du bore permet par leur précipitation de conserver les propriétés mécaniques obtenues après laminage à chaud au cours du traitement thermique sur ligne de galvanisation.

La température de laminage est choisie de façon que celle-ci soit supérieure de 10°C à 120°C par rapport à la valeur du point de transformation AR3 afin d'éviter le laminage dans le domaine austénite ferrite défavorable aux propriétés de mise en forme.

La figure 3 présente l'évolution du traitement thermique de la tôle dans son procédé de fabrication. Un temps inférieur à 10 secondes est nécessaire avant le premier traitement thermique de refroidissement, le refroidissement étant effectué avec une vitesse comprise entre 3°C/s et 80°C/s en fonction de l'épaisseur de la tôle laminée, ce qui

EP 0 835 945 A1

assure une germination contrôlée et homogène de la ferrite. Après le refroidissement de la tôle jusqu'à une température comprise entre 600°C et 750°C, la structure finale composée de ferrite cémentite assure, d'une part, une résistance mécanique comprise entre 250 MPa et 370 MPa et, d'autre part, une limite d'élasticité comprise entre 180 MPa et 280 MPa ainsi qu'un allongement supérieur à 30%.

Dans un exemple d'application, une tôle d'acier laminé à chaud pour emboutissage profond est élaborée à partir d'un acier de composition pondérale suivante :

0,020% < carbone < 0,040%
 0,15 < manganèse < 0,25%
 0,02% < aluminium < 0,04%
 0,02 < silicium < 0,04%
 phosphore < 0,02%
 soufre < 0,005%
 titane < 0,02%
 azote < 0,009%
 0,002% < bore < 0,004%
 0,35% < cuivre < 0,45%
 0,18% < nickel < 0,23%.

La température de laminage à chaud est choisie à la valeur du point de transformation AR3 plus 20°C. Le refroidissement commencé 1,5 seconde après laminage à chaud est effectué à 30°C par seconde jusqu'à une température de 680°C. Les allongements de la tôle laminée à chaud selon l'invention peuvent atteindre 36% pour des épaisseurs de tôle comprises entre 1,8 et 2,8 mm et des valeurs supérieures à 40% pour des épaisseurs de tôle comprises entre 3 et 8 mm.

Le tableau 1 présente deux autres compositions de la tôle d'acier selon l'invention.

Tableau 1.

	C	Mn	Cu	Ni	Al	Ti	N	B
Tôle A	0,044	0,274	0,406	0,214	0,031	0,021	0,0042	0,0027
Tôle B	0,040	0,267	0,202	0,098	0,028	0,019	0,0042	0,0020

La température de début de la transformation ferritique AR3, respectivement pour la tôle A et la tôle B, est de 818°C et 842°C.

Le traitement thermomécanique des deux tôles selon l'invention comporte un laminage à une température de 900°C, un bobinage à une température de 700°C, le refroidissement des tôles ayant été effectué à une vitesse de 25°C par seconde.

Le tableau 2 présente les caractéristiques mécaniques des deux exemples de tôles A et B.

Tableau 2

	Re (MPa)	Rm (MPa)	A (%)
Tôle A	246	344	43
Tôle B	244	328	43,4

Le tableau 3 ci dessous présente, pour une tôle A, les caractéristiques mécaniques dites brutes obtenues avant traitement thermique de galvanisation et les caractéristiques mécaniques après traitement thermique de galvanisation à 700°C et 600°C.

Tableau 3.

	Tôle brute	700°C	600°C
Re (MPa)	246	262	246
Rm (MPa)	344	350	348
A (%)	43	43,3	36,3

Les conditions du traitement thermique au cours de la galvanisation en continu sont les suivantes:

La vitesse de montée en température est comprise entre 3°C/s et 20°C/s, vitesse étant en général de 8°C/s. La

température de maintien est comprise entre 550°C et 850°C, le température courante étant de 700°C, avec un temps de maintien de 20 s à 120 s et de préférence de 60 s. Cette montée en température est suivie d'un refroidissement à une vitesse comprise entre 3°C/s et 25°C/s, la valeur typique de la vitesse de refroidissement étant de 10°C/s. Le refroidissement est effectué jusqu'à la température du bain de galvanisation, à 450°C.

5 La tôle d'acier selon l'invention comporte, pour une épaisseur comprise entre 1,5 mm et 8 mm des caractéristiques mécaniques comparables entre l'état brut de laminage à chaud et l'état galvanisé.

Revendications

10

1. Tôle d'acier laminé à chaud pour emboutissage profond, caractérisée en la composition pondérale suivante :

15

0,010% < carbone < 0,080%

0,1 < manganèse < 0,5%

0,02% < aluminium < 0,08%

silicium < 0,1%

phosphore < 0,04%

soufre < 0,025%

titane < 0,05%

20

azote < 0,009%

0,001% < bore < 0,01%

0,1 < cuivre < 0,8%

0,05% < nickel < 0,6%,

25

le reste étant du fer et des impuretés inhérentes à l'élaboration.

2. Tôle selon la revendication 1, caractérisée en ce que la teneur en nickel est sensiblement égale à la moitié de la teneur en cuivre.

30

3. Tôle selon les revendications 1 et 2, caractérisée en la composition suivante :

35

0,020% < carbone < 0,040%

0,15 < manganèse < 0,25%

0,02% < aluminium < 0,04%

0,02 < silicium < 0,04%

phosphore < 0,02%

soufre < 0,005%

titane < 0,02%

azote < 0,009%

40

0,002% < bore < 0,004%

0,30% < cuivre < 0,40%

0,15% < nickel < 0,20%,

45

le reste étant du fer et des impuretés inhérentes à l'élaboration.

4. Procédé de fabrication d'une tôle d'acier selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'acier ayant la composition pondérale suivante :

50

0,010% < carbone < 0,080%

0,1 < manganèse < 0,5%

0,02% < aluminium < 0,08%

silicium < 0,1%

phosphore < 0,04%

soufre < 0,025%

55

titane < 0,05%

azote < 0,009%

0,001% < bore < 0,01%

0,1 < cuivre < 0,8%

EP 0 835 945 A1

0,05% < nickel < 0,6%,

est soumis après élaboration à:

- 5
- un laminage à chaud à une température supérieure à la température de transformation AR3,
 - un refroidissement commençant dans un intervalle de temps inférieur à 10 secondes après le laminage à chaud, le refroidissement étant, d'une part, compris entre 3°C par seconde et 80°C par seconde, et, d'autre part, effectué jusqu'à une température comprise entre 600°C et 750°C.
- 10
- 5.** Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le laminage à chaud est effectué à une température comprise dans un intervalle de 10°C à 120°C au-dessus de la température de transformation AR3.

15

20

25

30

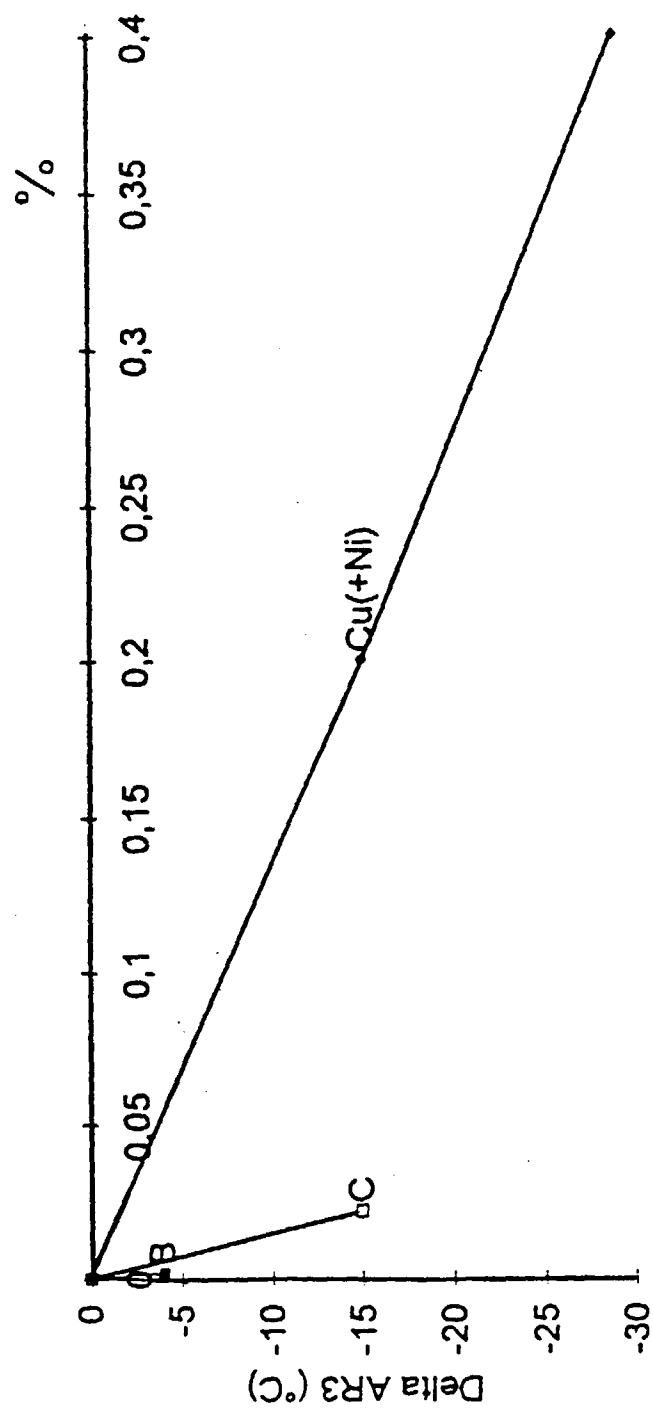
35

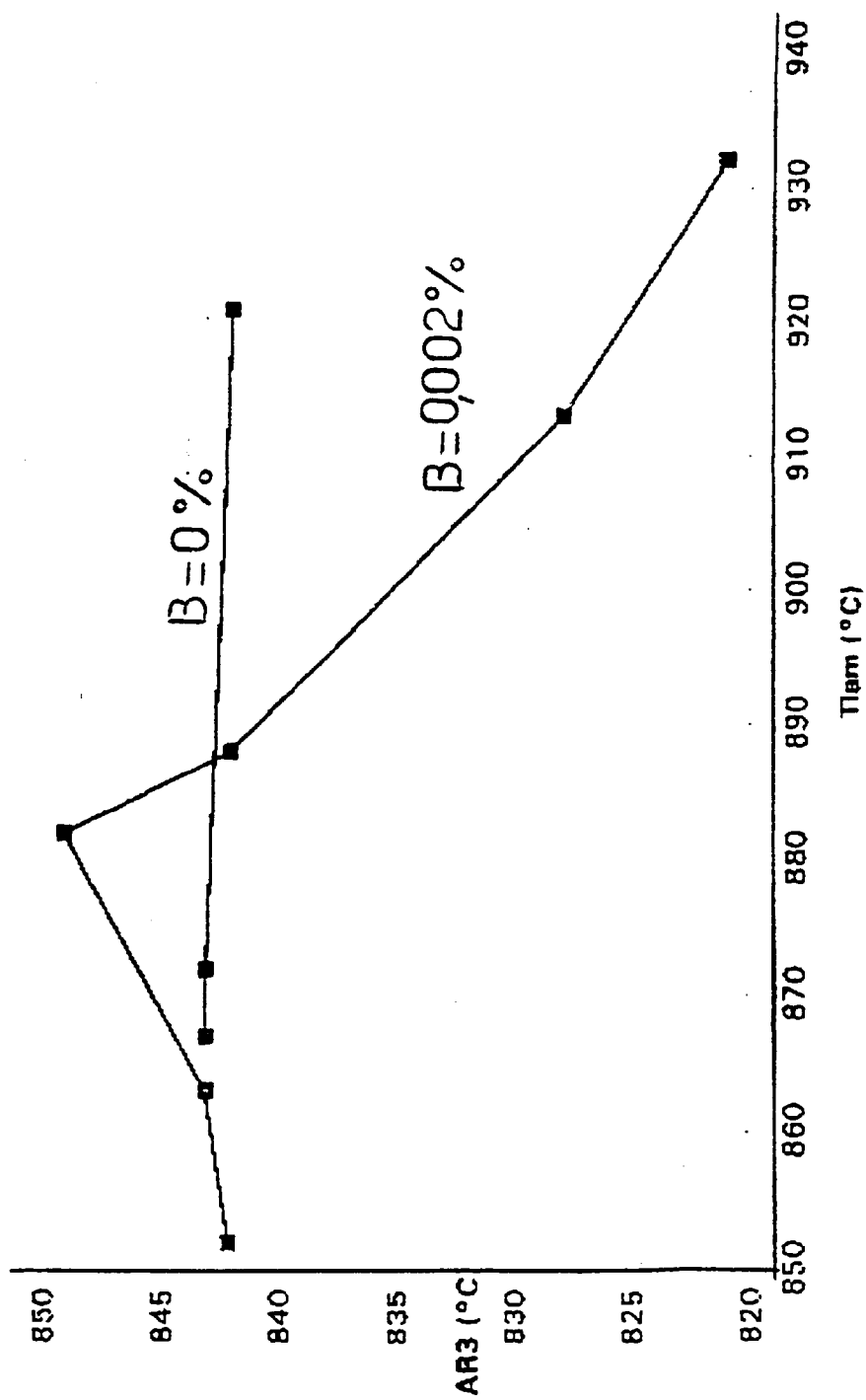
40

45

50

55

FIG.1

FIG.2

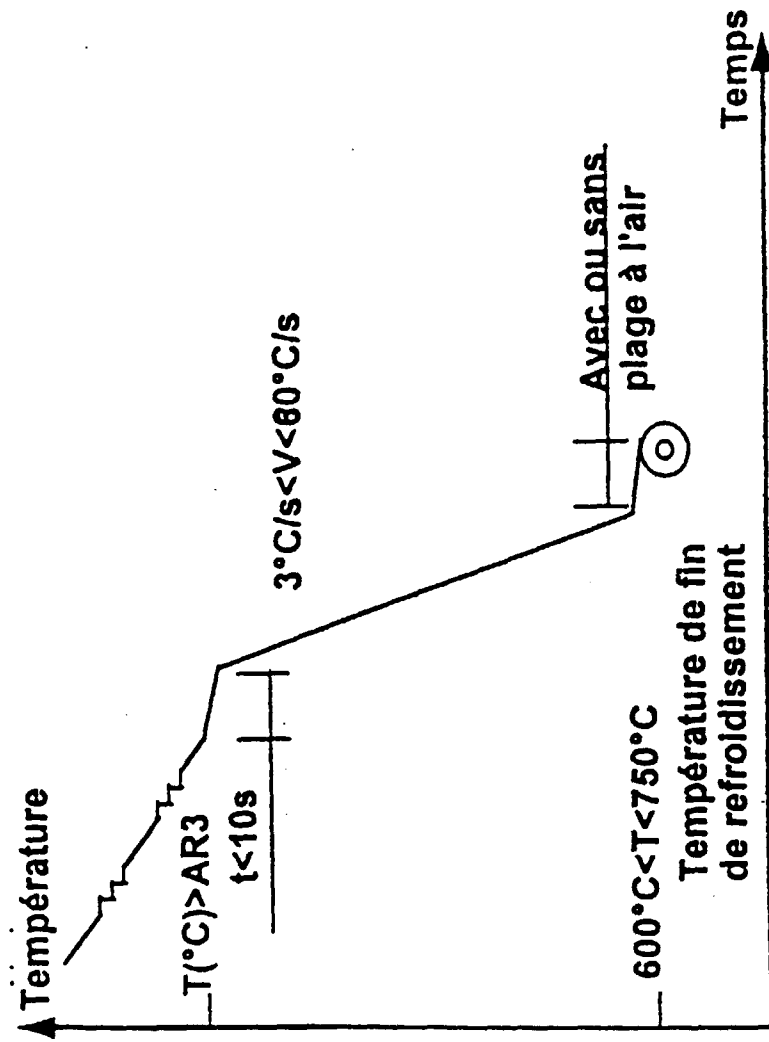


FIG. 3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 97 40 2089

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.6)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 004, 30 avril 1996 & JP 07 316649 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 5 décembre 1995, * abrégé *	1,4	C22C38/16 C22C38/08 C21D8/04
A	EP 0 620 289 A (JAPAN CASTING FORGING CORP ;NIPPON STEEL CORP (JP)) 19 octobre 1994		
A	EP 0 320 003 A (NIPPON STEEL CORP) 14 juin 1989		
A	US 4 080 225 A (SEMEL FREDERICK J) 21 mars 1978		
A	DE 21 33 744 A (THYSSEN HUETTE AG) 25 janvier 1973		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.6)
			C22C C21D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 4 février 1998	Examineur Mollet, G
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille - document correspondant			

EP 0 835 945 A1 (P.04C.02)