

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 378 577 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
07.01.2004 Bulletin 2004/02

(51) Int Cl.7: C21D 8/04, C21D 1/18,
C21D 9/48

(21) Numéro de dépôt: 03447154.0

(22) Date de dépôt: 17.06.2003

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK

(72) Inventeurs:
• De Paepe, Annick
9940 Evergem (BE)
• Herman, Jean-Claude
4670 Blegny-Trembleur (BE)

(30) Priorité: 02.07.2002 BE 200200421

(74) Mandataire: Van Malderen, Joelle et al
Office Van Malderen,
Boulevard de la Sauvenière, 85/043
4000 Liège (BE)

(71) Demandeur: Centre de Recherches
Metallurgiques A.S.B.L.
1000 Bruxelles (BE)

(54) Procédé pour le traitement thermique d'une bande d'acier laminée à froid, apte au formage, et bande d'acier ainsi obtenue

(57) La présente invention concerne un procédé pour le traitement thermique d'une bande d'acier laminée à froid, comprenant un chauffage jusqu'à une température de recuit supérieure à la température A3 et une stabilisation à celle-ci, un refroidissement jusqu'à une température située dans le domaine intercritique entre

A1 et A3, une stabilisation à celle-ci et une trempe martensitique. L'invention concerne également un procédé de fabrication d'une bande d'acier adapté au formage, en particulier l'emboutissage profond, utilisant ledit procédé de traitement thermique et une bande d'acier adapté au formage, obtenue au moyen dudit procédé.

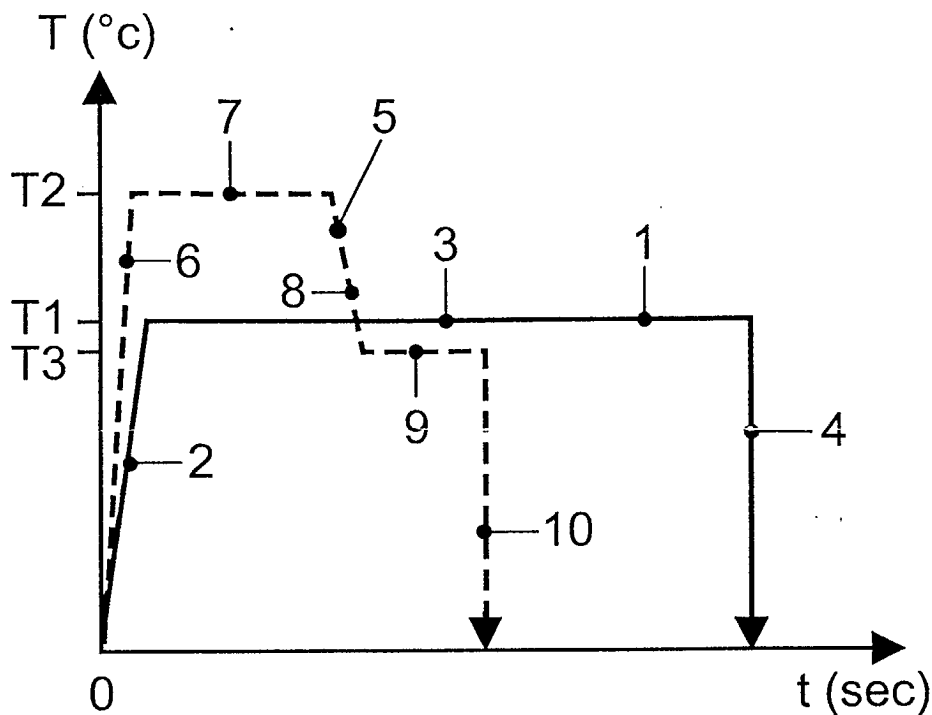


Fig.1

EP 1 378 577 A1

Description**Objet de l'invention**

5 **[0001]** La présente invention a pour objet la fabrication de bandes d'acier par laminage à froid, particulièrement les bandes d'acier destinées à des traitements de formage, par exemple l'emboutissage profond.

[0002] L'invention concerne plus particulièrement un procédé pour le traitement thermique d'une bande d'acier laminée à froid, dans le but de lui conférer une haute résistance et une grande formabilité.

10 **Etat de la technique**

[0003] D'une manière générale, les bandes d'acier destinées à des opérations de formage, notamment de haute formabilité, sont des bandes laminées à froid. Ce type de bande présente en effet des propriétés favorables, et en particulier une bonne ductilité, pour les opérations envisagées. D'une manière générale, ces propriétés sont le résultat de traitements thermiques de recuit et de refroidissement bien connus.

15 **[0004]** On sait par ailleurs qu'il est possible de produire des aciers présentant d'une part une haute résistance et d'autre part une ductilité élevée en leur conférant une structure biphasée (appelée aussi, en anglais, structure « dual phase »). Cette structure biphasée est essentiellement constituée par une matrice ferritique douce, dans laquelle sont dispersées de fines particules de martensite. En schématisant, on considère que la matrice ferritique assure la ductilité de l'acier, tandis que la résistance est donnée par la martensite, qui est une phase de dureté élevée, obtenue par une opération de trempe.

20 **[0005]** D'un point de vue métallurgique, on forme la structure biphasée définie ci-dessus dans une bande d'acier en soumettant celle-ci à un traitement thermique adéquat en plusieurs étapes comportant un recuit et une trempe. Selon un procédé connu, le recuit est opéré en chauffant la bande d'acier jusqu'à une température de recuit située dans le domaine intercritique du diagramme d'équilibre de l'acier, entre les points de transformation A1 (température de l'eutectoïde) et A3 (température minimum à laquelle la phase austénitique γ est la seule phase stable de l'acier). La bande d'acier est ensuite maintenue à cette température de recuit pendant un temps suffisant pour convertir la structure ferritique initiale de l'acier en une structure mixte de ferrite et d'austénite. On exécute ensuite la trempe en refroidissant brutalement la bande d'acier jusqu'à une température inférieure à la température M_s de transformation de l'austénite en martensite.

25 **[0006]** Un procédé de ce type est notamment décrit et revendiqué dans le document WO-A-02/00947. Dans ce procédé connu, la température du recuit, située dans le domaine intercritique entre les points d'équilibre A1 et A3 de l'acier, est sélectionnée de façon à assurer la formation d'au maximum 20% (de préférence de 10 à 15%) en volume d'austénite dans la structure mixte de ferrite et d'austénite, afin de conférer à l'acier une résistance élevée sans affecter sensiblement sa ductilité. On cite les températures de 725 à 825°C. Pour la température de trempe, inférieure à la température critique M_s , on cite les températures inférieures à 350°C, par exemple les températures de 120 à 340°C ou la température ambiante.

30 **[0007]** Le traitement thermique des bandes d'acier selon le procédé décrit ci-dessus est de préférence effectué selon un processus continu, dans une installation en ligne. Des raisons d'investissement et d'encombrement au sol imposent de limiter la durée des différentes étapes du procédé. Ainsi, dans le procédé connu décrit dans la demande de brevet susdite, le chauffage de la bande d'acier jusqu'à la température de recuit est effectué à une vitesse d'au moins 150°C/s, avantageusement de 150 à 350°C/s, le maintien de la bande d'acier à cette température n'excède pas 20 s et la vitesse de refroidissement jusqu'à la température critique de trempe M_s est d'au moins 300°C/s (par exemple de 300 à 1000°C/s).

35 **[0008]** Dans le procédé connu qui vient d'être décrit, il s'est révélé particulièrement difficile, voire impossible, d'atteindre l'équilibre thermodynamique de la structure mixte de ferrite et d'austénite à l'issue du recuit, ce qui rend le procédé instable. En pratique, il est en effet apparu que cet équilibre ne pouvait être atteint qu'à la suite d'une très longue durée de maintien de la bande d'acier à la température de recuit. Cette longue durée nécessite la construction d'une ligne très longue, représentant des investissements importants d'exploitation industrielle.

50 **Buts de l'invention**

[0009] L'invention vise à remédier à cet inconvénient du procédé connu décrit plus haut, en fournissant un procédé nouveau pour le traitement thermique d'une bande d'acier laminée à froid, qui confère à celle-ci des propriétés de résistance mécanique reproductibles, particulièrement une grande ductilité et une haute résistance, dans des installations industrielles en ligne d'encombrement réduit.

Principaux éléments caractéristiques de l'invention

[0010] L'invention concerne un procédé pour le traitement thermique d'une bande d'acier laminée à froid, comprenant un chauffage jusqu'à une température de recuit supérieure à la température A3, une stabilisation à ladite température de recuit et une trempe jusqu'à une température inférieure à la température critique Ms de transformation martensitique, le procédé étant caractérisé en ce qu'on sélectionne une température de recuit supérieure à la température A3 de transformation austénitique et en ce qu'entre la stabilisation à la température de recuit et la trempe, on soumet la bande d'acier à un refroidissement jusqu'à une température intermédiaire située dans le domaine intercritique entre les points de transformation A1 et A3, et on la stabilise à ladite température intermédiaire.

[0011] Dans le procédé selon l'invention, les températures A1 et A3 sont bien connues du milieu sidérurgique. La température A1 correspond à la température de l'eutectoïde du diagramme d'équilibre de l'alliage fer-carbone. Il est d'environ 725°C mais peut varier en fonction des éléments d'alliage de l'acier et de la vitesse de chauffage de la bande d'acier jusqu'à la température de recuit. La température A3 est la température minimum à laquelle la phase γ est la seule phase stable de l'acier. Elle dépend de la composition de l'acier, particulièrement de sa teneur en carbone, et de la vitesse de chauffage jusqu'à la température du recuit.

[0012] La température critique Ms de transformation martensitique est également bien connue dans le milieu sidérurgique. Elle est la température limite sous laquelle, lors d'un refroidissement rapide de l'acier depuis la température du recuit, l'austénite est transformée en martensite sans formation de perlite. Cette température critique et la vitesse de refroidissement nécessaire à la transformation en martensite dépendent de la composition de l'acier et de la température de recuit.

[0013] Selon l'invention, la température du recuit est supérieure à la température A3 de l'acier, de sorte que l'acier traité se trouve alors dans le domaine austénitique du diagramme d'équilibre des phases de l'acier. Le choix de la température optimum du recuit va dépendre de la composition de l'acier, notamment de sa teneur en carbone. Dans le cas d'un acier faiblement allié, comprenant de 0,08 à 0,15% en poids de carbone, la température du recuit est généralement supérieure à 830°C et se situe avantageusement entre 850 et 880°C.

[0014] Le chauffage de la bande d'acier jusqu'à la température de recuit est avantageusement effectué à grande vitesse, de manière à réduire l'encombrement de l'installation de recuit et à optimiser la structure cristalline de l'acier. Des vitesses supérieures à 100°C/s sont recommandées, les vitesses de 100 à 300°C/s étant préférées. Le chauffage de l'acier jusqu'à la température de recuit peut être effectué dans un four chauffé par tout moyen de chauffage classique. Celui-ci peut par exemple comprendre un chauffage au gaz naturel, un chauffage au mazout ou un chauffage électrique par induction. De tels fours sont bien connus en technique.

[0015] A l'issue du chauffage jusqu'à la température de recuit, la bande d'acier est soumise à une étape de stabilisation. Au cours de celle-ci, la bande d'acier est maintenue à la température du recuit pendant un temps suffisant pour transformer l'acier en austénite et former une austénite homogène. La durée de cette étape de stabilisation dépend de la température à laquelle on l'effectue et de la composition de l'acier. Cette étape de stabilisation étant réalisée dans un four thermostaté, on a intérêt à la rendre aussi courte que possible, pour des considérations d'encombrement et d'investissement. En pratique, on la maintient généralement sous 1 minute, les durées de 1 à 20 s convenant généralement bien.

[0016] Selon l'invention, la stabilisation à la température de recuit est suivie d'un refroidissement jusqu'à une température intermédiaire située dans le domaine intercritique. Par définition, le domaine intercritique est le domaine d'équilibre de l'acier, situé entre la température A1 et la température A3. Il correspond au domaine de coexistence d'une phase ferritique α et d'une phase austénitique γ . Le choix de la valeur optimum pour la température intermédiaire va dépendre des propriétés recherchées pour la bande d'acier soumise au traitement thermique. En général, on la choisit de manière qu'à l'équilibre il y corresponde au maximum 20% (par exemple de 5 à 20%) en poids d'austénite, les valeurs de 10 à 15% en poids d'austénite convenant généralement bien. Cette température optimum dépend de la température A3 de l'acier concerné et, par conséquent, de la composition de celui-ci et peut aisément être déterminée au départ du diagramme d'équilibre des aciers. En pratique, des températures de 600 à 750°C conviennent bien dans la majorité des cas.

[0017] Le refroidissement jusqu'à la température intermédiaire est généralement effectué à l'aide d'un refroidissement au gaz (« gas jet cooling »). On l'effectue avantageusement à une vitesse supérieure à 50°C/s, par exemple de 100 à 150°C/s.

[0018] Le refroidissement de la bande d'acier jusqu'à la température intermédiaire est suivi d'une stabilisation à cette température. La stabilisation à la température intermédiaire consiste à maintenir la bande d'acier à la température intermédiaire sélectionnée pendant un temps suffisant pour transformer une fraction de l'austénite en ferrite et atteindre l'équilibre thermodynamique des deux phases en présence (ferritique et austénitique). La durée de la stabilisation à la température intermédiaire est généralement supérieure à 2 s. En pratique, elle est habituellement d'au moins 5 s. On n'a pas intérêt à ce qu'elle dépasse 25 s. Les durées de 5 à 15 s conviennent généralement bien. La phase de stabilisation à la température intermédiaire est effectué de préférence dans un four à faible inertie, aussi nommé un

four tunnel.

[0019] A l'issue de la stabilisation à la température intermédiaire, la bande d'acier est soumise à une trempe. Celle-ci consiste à refroidir la bande d'acier jusqu'à une température inférieure à la température critique Ms, avec une vitesse de refroidissement suffisante pour transformer la phase austénitique en martensite sans formation de perlite. Le choix des valeurs optimum pour la température de trempe et la vitesse de refroidissement va dépendre notamment de la composition de l'acier et de la température intermédiaire. Ces valeurs optimum peuvent être déterminées aisément par des essais au laboratoire. En pratique, on choisit une température de début de trempe entre 600 et 750°C et une vitesse de refroidissement supérieure à 100°C/s. La trempe peut par exemple être effectuée par pulvérisation d'un brouillard d'eau et air comprimé ou par immersion dans un bain d'eau chaude (par exemple à une température de 70 à 90°C). Pour le refroidissement jusqu'à la température de trempe, des vitesses de 300 à 1000°C/s sont spécialement recommandées.

[0020] Dans une forme de réalisation particulière du procédé selon l'invention, on effectue la trempe en immergeant la bande d'acier dans un bain de galvanisation, idéalement un bain de zinc fondu à une température de 460 à 500°C.

[0021] Dans une autre forme de réalisation particulière du procédé selon l'invention, à l'issue de la trempe, on soumet la bande d'acier à une opération de survieillissement, destinée à précipiter le carbone soluble formé lors de la transformation de l'austénite en martensite. Par cette opération, on réduit la sensibilité de l'acier au vieillissement et on améliore sa ductilité.

[0022] Par comparaison avec le procédé connu décrit plus haut, le procédé selon l'invention permet de conférer à des bandes d'acier laminées à froid des propriétés mécaniques optimum, qui sont reproductibles, dans des installations industrielles en ligne, ne nécessitant pas un encombrement et un investissement excessifs. Ce résultat avantageux du procédé selon l'invention, en particulier la reproductibilité des propriétés recherchées, est imputable, d'une part, au choix d'une température de recuit qui place le point d'équilibre thermodynamique de l'acier dans la zone austénitique et, d'autre part, à faire précéder la trempe d'un refroidissement jusqu'à une température intermédiaire qui place le point représentatif de l'acier dans le domaine intercritique. Les inventeurs ont trouvé que ce résultat avantageux du procédé selon l'invention trouve son origine dans la vitesse de transformation et de diffusion de carbone dans l'acier au cours du recuit et au cours du refroidissement intermédiaire qui suit celui-ci. Les inventeurs ont notamment trouvé que dans le procédé selon l'invention, la transformation directe d'une phase ferritique unitaire en une phase austénitique unitaire, par chauffage, suivie d'une transformation de ladite phase austénitique unitaire en une phase mixte de ferrite et d'austénite par refroidissement requiert moins de temps qu'une transformation directe d'une phase ferritique unitaire en une phase mixte de ferrite et d'austénite par chauffage (procédé connu décrit dans le document WO-A-02/00947).

[0023] Le procédé selon l'invention s'applique à toutes les bandes d'acier à basse teneur en carbone du type biphasé (ou « dual phase ») défini plus haut. Il convient spécialement bien aux bandes d'acier LC ('Low Carbon') laminées à froid de 0,3 à 2 mm d'épaisseur, destinées à un formage tel qu'appliqué dans la fabrication de composants utilisés dans l'industrie automobile. Plus particulièrement, le procédé de traitement thermique selon l'invention s'applique spécialement bien aux bandes d'acier à basses teneurs en carbone et en manganèse, notamment aux bandes d'acier contenant de 0,06 à 0,2% en poids de carbone et de 0,6 à 2,0% en poids de manganèse. Des exemples d'aciers LC pour lesquels le procédé selon l'invention convient bien comprennent de 0,08 à 0,15% en poids de carbone et de 0,6 à 1,5% en poids de manganèse. La teneur en silicium est de préférence inférieure à 0,5% en poids, par exemple située entre 0,01 et 0,4% en poids.

[0024] La bande d'acier laminée à froid mise en oeuvre dans le procédé de traitement thermique selon l'invention provient généralement d'une brame fabriquée dans un laminoir à chaud.

[0025] En conséquence, l'invention concerne également un procédé de fabrication d'une bande d'acier adapté au formage, selon lequel on soumet une brame d'acier à un laminage à chaud à une température située dans la zone austénitique de l'acier, on soumet la tôle recueillie du laminage à chaud à un bobinage à une température de 680 à 750°C, puis à un laminage à froid avec un taux de réduction de 50 à 80% et on soumet ensuite la tôle recueillie du laminage à froid à un traitement thermique conforme à l'invention.

[0026] L'invention a également pour objet des bandes d'acier adapté au formage, obtenues au moyen du procédé de fabrication selon l'invention, décrit ci-dessus, particulièrement des bandes d'acier destinées à l'industrie automobile.

Breve description des figures

[0027] La figure 1 est un diagramme schématisant les différentes étapes opératoires de deux procédés distincts pour le traitement thermique d'une bande d'acier doux à structure biphasée, destinée à un formage.

[0028] La figure 2 est un schéma montrant le mécanisme de formation de l'austénite avec en ordonnée la fraction volumique indiquée par P, à partir d'une structure homogène ferritique (courbe 11) ou à partir d'une structure homogène austénitique (courbe 12).

[0029] Dans ces figures, des mêmes notations de référence ont des significations identiques.

Description détaillée de l'invention

[0030] A la figure 1, l'échelle des abscisses représente le temps et l'échelle des ordonnées représente les températures. La ligne désignée dans son ensemble par la notation de référence 1 représente le procédé de traitement thermique de l'état de la technique. La ligne désignée dans son ensemble par la notation de référence 5 représente un procédé de traitement thermique conforme à l'invention.

[0031] Le procédé selon l'état de la technique, schématisé par la ligne 1 à la figure 1 comprend les étapes successives suivantes :

- un chauffage 2 de la bande d'acier jusqu'à une température de recuit T_1 située dans la zone intercritique (entre les températures A1 et A3) de l'acier traité;
- une stabilisation 3 de l'acier à la température de recuit T_1 ;
- une trempe 4 jusqu'à la température ambiante, à une vitesse supérieure à la vitesse critique de transformation de l'austénite en martensite.

[0032] Le procédé selon l'invention, schématisé par la ligne 5 à la figure 1, comprend les étapes opératoires suivantes :

- un chauffage 6 de la bande d'acier jusqu'à une température de recuit T_2 située dans la phase austénitique (au-dessus de la température A3) de l'acier traité ;
- une stabilisation 7 de l'acier à la température de recuit T_2 ;
- un refroidissement 8 jusqu'à une température T_3 située dans la zone intercritique (entre les températures A1 et A3) de l'acier traité;
- une stabilisation 9 de l'acier à la température T_3 ;
- une trempe 10 jusqu'à la température ambiante, à une vitesse supérieure à la vitesse critique de transformation de l'austénite en martensite.

[0033] A la figure 2, l'échelle des abscisses désigne le temps et l'échelle des ordonnées désigne la teneur en austénite de l'acier. La ligne 11 correspond au traitement thermique selon l'état de la technique (schématisé par la ligne 1 à la figure 1) et la ligne 12 correspond au traitement thermique selon l'invention (schématisé par la ligne 5 à la figure 1).

[0034] Dans le traitement thermique schématisé par la ligne 11, l'acier initialement dans la zone d'équilibre de la ferrite est chauffé à la température de recuit T_1 située dans la zone intercritique du diagramme d'équilibre (entre les températures A1 et A3). Une fraction de la ferrite se transforme en austénite et un temps substantiel t_1 est nécessaire pour atteindre l'équilibre.

[0035] Dans le traitement thermique schématisé par la ligne 12, l'acier est d'abord chauffé à la température de recuit T_2 située dans la zone d'équilibre de l'austénite (supérieure à la température A3 du diagramme d'équilibre). Le temps nécessaire pour obtenir une transformation de la totalité de la ferrite en austénite est très court et représenté par t_2 . Ensuite, l'acier est refroidi jusqu'à la température intermédiaire T_3 située dans la zone intercritique du diagramme d'équilibre et maintenu à cette température le temps nécessaire pour obtenir une transformation d'une fraction d'austénite en ferrite.

[0036] On observe sur le diagramme de la figure 2 qu'avec le procédé selon l'invention, le temps total t_3 nécessaire pour obtenir la structure biphasique stable de ferrite et d'austénite est nettement inférieur au temps t_1 qui est nécessaire dans le procédé de l'état de la technique.

Description de quelques exemples d'exécution

[0037] Les exemples décrits ci-après vont faire apparaître l'intérêt du procédé selon l'invention.

[0038] Dans chacun des exemples on a mis en oeuvre une bande en acier faiblement allié (0,1% en poids de carbone et 1,25% en poids de manganèse) de 0,7 mm d'épaisseur, provenant d'un laminier à froid. La bande d'acier a été soumise à un traitement thermique, dans le but de lui conférer une structure biphasée (ou « dual phase ») comprenant des grains de martensite dispersés dans une matrice de ferrite.

Exemple 1 (essai de référence)

[0039] La bande d'acier a été soumise à un traitement thermique conforme à l'état de la technique, représenté schématiquement par la ligne 1 à la figure 1. Ce traitement thermique a comporté un chauffage rapide 2 de quelques secondes jusqu'à une température de recuit de 800°C, une stabilisation 3 à cette température pendant 3 minutes et une trempe 4 jusqu'à la température ambiante.

EP 1 378 577 A1

[0040] A l'issue de l'essai, on a mesuré les propriétés mécaniques de la bande d'acier et on a analysé la structure cristalline de l'acier. Les résultats sont consignés dans le tableau 1 ci-dessous, dans lequel

- YS désigne la limite élastique exprimée en mégapascal (MPa) ;
- TS désigne la charge de rupture à la traction, exprimée en mégapascal (MPa) ;
- Eltot désigne l'allongement total à la rupture par traction, exprimé en % de la longueur initiale de l'éprouvette ;
- F désigne une phase de ferrite ;
- M désigne une phase de martensite ;
- P désigne une phase de perlite.

Exemple 2 (essai de référence)

[0041] La bande d'acier a été soumise à un traitement thermique conforme à l'état de la technique, représenté schématiquement par la ligne 1 à la figure 1. Ce traitement thermique a comporté un chauffage rapide de quelques secondes jusqu'à une température de recuit de 800°C, une stabilisation à cette température pendant 3 minutes suivie d'un refroidissement dans l'eau bouillante (2 secondes) jusqu'à une température de 641°C et une trempe jusqu'à la température ambiante.

[0042] Les propriétés mécaniques et la structure de l'acier à l'issue de l'essai sont consignés dans le tableau 1 ci-dessous.

Exemple 3 (essai de référence)

[0043] La bande d'acier a été soumise à un traitement thermique conforme à l'état de la technique, représenté schématiquement par la ligne 1 à la figure 1. Ce traitement thermique a comporté un chauffage rapide de quelques secondes jusqu'à une température de recuit de 800°C, une stabilisation à cette température pendant 3 minutes suivie d'un refroidissement à l'air (14 secondes) jusqu'à une température de 516°C et une trempe jusqu'à la température ambiante.

[0044] Les propriétés mécaniques et la structure de l'acier à l'issue de l'essai sont consignés dans le tableau 1 ci-dessous.

Exemple 4 (conforme à l'invention)

[0045] La bande d'acier a été soumise à un traitement thermique conforme à l'invention, représenté schématiquement par la ligne 5 à la figure 1. Ce traitement thermique a comporté un chauffage rapide de quelques secondes jusqu'à une température de recuit de 865°C, une stabilisation à cette température pendant 40 secondes, un refroidissement intermédiaire rapide de vitesse supérieure à 100°C/s jusqu'à une température de 650°C, une stabilisation à la température de 650°C pendant 10 secondes et une trempe jusqu'à la température ambiante.

[0046] Les propriétés mécaniques et la structure de l'acier à l'issue de l'essai sont consignés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1

Exemple N°	YS	TS	YS/TS	Eltot	Microstructure
1	576	951	0,61	9	55%F+45%M
2	276	545	0,51	15	91%F+3%M+6%P
3	378	726	0,52	16	91%F+9%M
4	313	633	0,58	17	91%F+9%M

[0047] Une comparaison des résultats des exemples 1 à 3 montre que dans le procédé de l'art antérieur une structure biphasée stable de ferrite et de martensite nécessite une stabilisation de longue durée à la température de recuit (3 minutes), suivie d'un refroidissement préliminaire lent (14 secondes) avant la trempe. En l'absence de ce refroidissement préliminaire lent, la structure obtenue n'est pas stable ni reproductible ou contient une phase de perlite inopportune, préjudiciable aux propriétés mécaniques de la bande d'acier. Le procédé de l'invention permet d'obtenir les caractéristiques souhaitées en terme de stabilité de la microstructure et propriétés mécaniques, sans nécessiter une longue période de recuit, ni un refroidissement lent avant la trempe.

Revendications

- 5 1. Procédé pour le traitement thermique d'une bande d'acier laminée à froid, comprenant un chauffage jusqu'à une température de recuit supérieure à la température A3, une stabilisation à ladite température de recuit et une trempe jusqu'à une température inférieure à la température critique Ms de transformation martensitique, **caractérisé en ce qu'on** sélectionne une température de recuit supérieure à la température A3 de transformation austénitique et **en ce qu'**entre la stabilisation à la température de recuit et la trempe, on soumet la bande d'acier à un refroidissement jusqu'à une température intermédiaire située dans le domaine intercritique entre les points de transformation A1 et A3, et on la stabilise à ladite température intermédiaire.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'on** sélectionne une température de recuit supérieure à 830°C.
- 15 3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'on** sélectionne une température de recuit comprise entre 850 et 880°C.
- 20 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'on** exécute le chauffage jusqu'à la température de recuit à une vitesse supérieure à 100°C/s.
- 25 5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'on** exécute le chauffage jusqu'à la température de recuit à une vitesse comprise entre 100 et 300°C/s.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la stabilisation à la température de recuit est inférieure à 1 min.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la stabilisation à la température de recuit est de 1 à 20 s.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'on** sélectionne une température intermédiaire comprise entre 600 et 750°C.
- 30 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'on** effectue le refroidissement de la température de recuit jusqu'à la température intermédiaire à une vitesse supérieure à 50°C/s.
- 35 10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'on** effectue le refroidissement de la température de recuit jusqu'à la température intermédiaire à une vitesse comprise entre 100 et 150°C/s.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** la stabilisation à la température intermédiaire a une durée de 5 à 15 s.
- 40 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que**, pour tremper la bande d'acier, on l'immerge dans un bain de galvanisation maintenu à une température comprise entre 460 et 500°C.
- 45 13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce qu'on** met en oeuvre une bande d'acier LC contenant de 0,08 à 0,15% en poids de carbone et de 0,6 à 1,5% en poids de manganèse.
- 50 14. Procédé de fabrication d'une bande d'acier adapté au formage, selon lequel on soumet une brame d'acier à un laminage à chaud à une température située dans la zone austénitique de l'acier, on soumet la tôle recueillie du laminage à chaud à un bobinage à une température de 680 à 750°C, puis à un laminage à froid avec un taux de réduction de 50 à 80% et on soumet ensuite la tôle recueillie du laminage à froid à un traitement thermique conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 13.
- 55 15. Bande d'acier pour formage, obtenue au moyen d'un procédé conforme à la revendication 14.
16. Bande d'acier selon la revendication 15, destinée à l'industrie automobile.

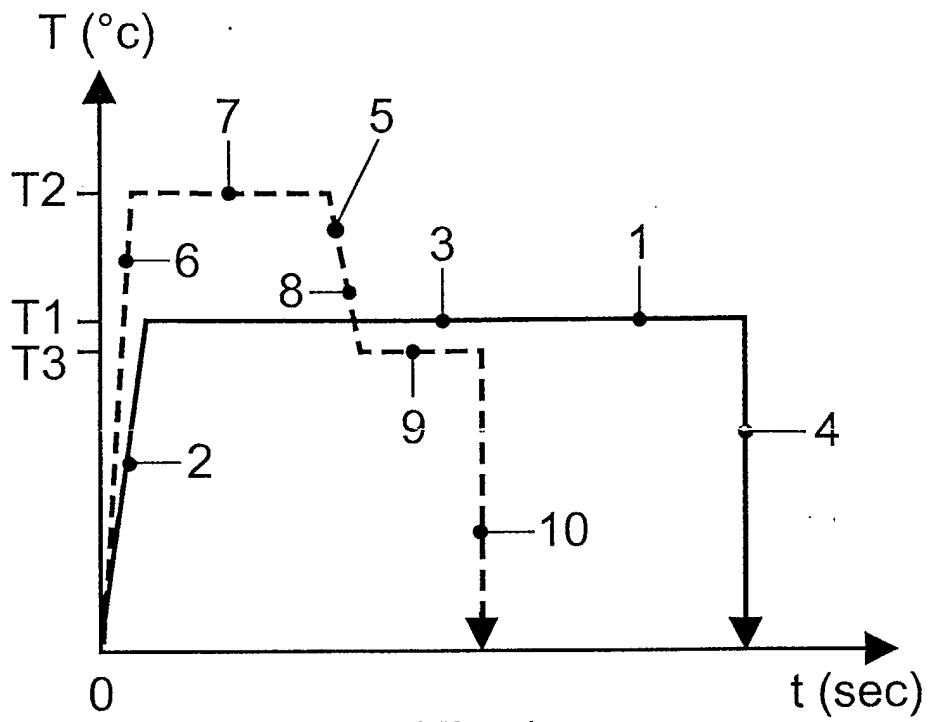


Fig.1

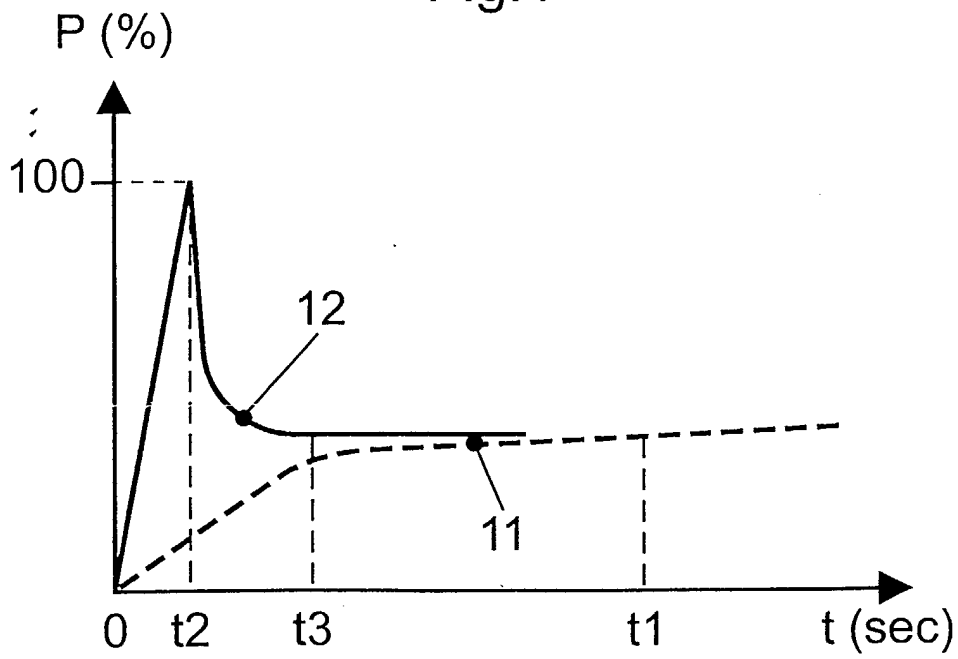


Fig.2



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 241 (C-306), 27 septembre 1985 (1985-09-27) & JP 60 100630 A (KAWASAKI SEITETSU KK), 4 juin 1985 (1985-06-04) * abrégé *	1	C21D8/04 C21D1/18 C21D9/48
A	--- EP 0 053 913 A (USS ENG & CONSULT) 16 juin 1982 (1982-06-16) ---		
A	--- US 2001/017172 A1 (SHIMOTOMAI MICHIO ET AL) 30 août 2001 (2001-08-30) ---		
A	--- US 5 900 082 A (HEWITT PAUL HERBERT) 4 mai 1999 (1999-05-04) ---		
A	--- US 5 405 463 A (SHIMOMURA TAKAYOSHI ET AL) 11 avril 1995 (1995-04-11) ---		
A,D	WO 02 00947 A (PAEPE ANNICK DE ;CT DE RECH S METALLURG ASS SAN (BE); HERMAN JEAN) 3 janvier 2002 (2002-01-03) ---		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
A	FR 2 472 021 A (NIPPON KOKAN KK) 26 juin 1981 (1981-06-26) * revendications * -----	14	C21D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		2 octobre 2003	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	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 03 44 7154

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

02-10-2003

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 60100630 A	04-06-1985	JP 1653631 C	30-03-1992
		JP 3021608 B	25-03-1991
EP 0053913 A	16-06-1982	BR 8107848 A	08-09-1982
		CA 1182387 A1	12-02-1985
		EP 0053913 A1	16-06-1982
		ES 8207226 A1	01-12-1982
		JP 57140828 A	31-08-1982
		US 4609410 A	02-09-1986
US 2001017172 A1	30-08-2001	JP 2001234240 A	28-08-2001
		CN 1316530 A	10-10-2001
		FR 2806099 A1	14-09-2001
US 5900082 A	04-05-1999	AT 213784 T	15-03-2002
		AU 720056 B2	25-05-2000
		AU 2517497 A	12-11-1997
		CA 2225384 A1	30-10-1997
		DE 69710664 D1	04-04-2002
		DE 69710664 T2	05-09-2002
		EP 0833951 A1	08-04-1998
		WO 9740196 A1	30-10-1997
		GB 2317187 A ,B	18-03-1998
		JP 11508966 T	03-08-1999
		NO 975842 A	19-02-1998
		TW 385336 B	21-03-2000
		US 5405463 A	11-04-1995
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		
WO 0200947 A	03-01-2002	BE 1013580 A3	02-04-2002
		WO 0200947 A1	03-01-2002
FR 2472021 A	26-06-1981	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		

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

