

(19)



(11)

EP 1 592 816 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

14.10.2020 Bulletin 2020/42

(51) Int Cl.:

C21D 8/02 (2006.01)

C21D 1/18 (2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/FR2004/000209

(21) Numéro de dépôt: **04706710.3**

(22) Date de dépôt: **30.01.2004**

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2004/079022 (16.09.2004 Gazette 2004/38)

(54) **PROCEDE DE FABRICATION D UNE BANDE D ACIER DUAL-PHASE A STRUCTURE
FERRITO-MARTENSITIQUE, LAMINEE A FROID ET BANDE OBTENUE**

HERSTELLUNGSVERFAHREN EINES MIT FERRITISCH-MARTENSITISCHEM GEFÜGE
ZWEIPHASIGEN KALTGEWALTZTEN STAHLBANDES, SOWIE DERART HERGESTELLTES
STAHLBAND

METHOD OF PRODUCING A COLD-ROLLED BAND OF DUAL-PHASE STEEL WITH A
FERRITIC/MARTENSITIC STRUCTURE AND BAND THUS OBTAINED

(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**

(72) Inventeur: **MOULIN, Antoine**

F-57140 Woippy (FR)

(30) Priorité: **05.02.2003 FR 0301358**

(74) Mandataire: **Lavoix**

**2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)**

(43) Date de publication de la demande:
09.11.2005 Bulletin 2005/45

(56) Documents cités:

EP-A- 0 969 112 EP-A- 1 193 322

US-A- 3 839 095 US-A- 4 336 080

US-A- 5 123 969 US-A- 5 405 463

(73) Titulaire: **ArcelorMittal France**
93200 Saint-Denis (FR)

EP 1 592 816 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] 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.

[0002] 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.

[0003] 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.

[0004] Par ailleurs, on connaît des aciers dont la structure est monophasée et qui présentent un coefficient moyen d'anisotropie r élevé, mais ont des caractéristiques mécaniques moyennes, avec une résistance à la traction R_m ne dépassant pas 400 MPa.

Par exemple US4336080 revendique un procédé de fabrication d'un feuillard d'acier laminé à froid à haute résistance, présentant une excellente aptitude au formage sous pression, qui comprend les étapes suivantes : préparer une brame d'un acier calmé à l'aluminium constitué essentiellement, en pourcentage pondéral, de 0.02 à 0.06 % de carbone, 0.06 à 0.25 % de manganèse, 0.01 à 0.06 % de phosphore, 0.020 à 0.060% d'aluminium soluble, jusqu'à 0.005% d'azote, le complément étant du fer et des impuretés; laminier à chaud ladite brame pour préparer une bande d'acier laminée à chaud ; bobiner ladite bande d'acier à une température comprise entre 650°C et 770° C ; laminier à froid ladite bande d'acier laminée à chaud et bobinée pour préparer une bande d'acier laminée à froid ; soumettre ladite bande d'acier laminée à froid à un traitement de recuit continu pendant une durée déterminée à une température comprise entre 750°C et 880° C, refroidir ledit feuillard d'acier laminé à froid recuit en continu à une vitesse de refroidissement d'au moins : $\exp \{-5,6 (C_{wt.} \% + Mn_{wt.} \% / 6 + Si_{wt.} \% / 24) + 7,8\}$. °C./sec à une température comprise entre Ar_1 à $Ar_1 + 60^\circ$ C pour convertir sa structure en une structure dual-phase comprenant une phase de ferrite et une phase de transformation à basse température ; soumettre ledit feuillard d'acier laminé à froid ayant ladite structure dual-phase à un traitement de sur-vieillessement pendant une durée déterminée à une température comprise entre 260°C à 360° C.

EP0969112 est un brevet qui fournit des tôles d'acier à haute résistance présentant des propriétés d'absorption d'énergie d'impact élevées, comme matériaux d'acier, à utiliser pour façonner et travailler dans des pièces telles que les éléments frontaux des automobiles qui absorbent l'énergie d'impact en cas de collision, ainsi qu'une méthode pour leur production.

Les tôles d'acier à haute résistance mécanique de l'invention qui présentent des propriétés d'absorption d'énergie de choc élevées sont des tôles d'acier à haute résistance mécanique avec une contrainte d'écoulement élevée pendant la déformation dynamique, caractérisées en ce que la microstructure des tôles d'acier dans leur forme finale est une microstructure composite d'un mélange de ferrite et/ou bainite, dont l'une des phases est dominante, et une troisième phase comprenant de l'austénite retenue à une fraction volumique comprise entre 3 % et 50 %, dans laquelle la valeur moyenne σ_{dyn} (MPa) de la contrainte d'écoulement dans la plage de 3-10% de la contrainte équivalente lorsqu'elle est déformée dans une plage de vitesse de déformation de 5×10^2 - 5×10^3 (1/s) après prédéformation supérieure à 0% et inférieure ou égale à 10% de la contrainte équivalente, satisfait l'inégalité : $\sigma_{dyn} \geq 0,766 \times TS + 250$ exprimée en termes de contrainte maximale TS (MPa) dans l'essai de traction statique mesurée dans une plage de vitesse de déformation de 5×10^{-4} - 5×10^{-3} (1/s) sans déformation, et le coefficient de trempe au travail entre 1% et 5% d'une contrainte est au moins 0,080.

[0005] 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 pas d'améliorer sensiblement leurs caractéristiques mécaniques. En outre, cet acier doit être apte à la galvanisation.

[0006] 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.

[0007] 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 :

$$\begin{aligned} &\leq C \leq 0,060\% \\ &0,300\% \leq Mn \leq 0,500\% \end{aligned}$$

$0,010\% \leq \text{Cr} \leq 1,0\%$
 $0,010\% \leq \text{Si} \leq 0,50\%$
 $0,010\% \leq \text{P} \leq 0,100\%$
 $0,010\% \leq \text{Al} \leq 0,10\%$
 $\text{N} \leq 0,010\%$

5

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration,
ledit procédé comprenant ensuite les étapes consistant à :

- 10
- 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,
- 15
- 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.

[0008] Dans un mode de réalisation préféré, la composition chimique comprend en outre, en poids :

20

$0,020\% \leq \text{C} \leq 0,060\%$
 $0,300\% \leq \text{Mn} \leq 0,500\%$
 $0,010\% \leq \text{Cr} \leq 1,0\%$
 $0,010\% \leq \text{Si} \leq 0,50\%$
 $0,010\% \leq \text{P} \leq 0,100\%$
 $0,010\% \leq \text{Al} \leq 0,10\%$
 $\text{N} \leq 0,010\%$

25

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

30 **[0009]** 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,
 - on bobine la bande à chaud à une température comprise entre 550 et 750°C,
- 35
- 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 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,
- 40
- 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 un second refroidissement à une vitesse plus élevée et comprise entre 100°C/s et 1500°C/s, jusqu'à la température ambiante.

[0010] 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 :

45

$0,020\% \leq \text{C} \leq 0,060\%$
 $0,300\% \leq \text{Mn} \leq 0,500\%$
 $0,010\% \leq \text{Cr} \leq 1,0\%$
 $0,010\% \leq \text{Si} \leq 0,50\%$
 $0,010\% \leq \text{P} \leq 0,100\%$
 $0,010\% \leq \text{Al} \leq 0,10\%$
 $\text{N} \leq 0,010\%$

50

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

[0011] Dans un mode de réalisation préféré, la composition de la bande est la suivante :

$0,020\% \leq C \leq 0,060\%$
 $0,300\% \leq Mn \leq 0,500\%$
 $0,010\% \leq Cr \leq 1,0\%$
 $0,010\% \leq Si \leq 0,50\%$
 $0,010\% \leq P \leq 0,100\%$
 $0,010\% \leq Al \leq 0,10\%$
 $N \leq 0,010\%$

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

[0012] La bande selon l'invention peut également comprendre les caractéristiques suivantes, seules ou en combinaison :

- 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,
- elle comporte en outre entre 1% et 10% de martensite,
- elle comporte en outre entre 5% et 8% de martensite.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] 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.

[0018] 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.

[0019] 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 .

[0020] 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 maintien vers des valeurs plus basses dans le domaine intercritique, ou bien encore en pratiquant un refroidissement lent avant trempe.

[0021] On peut également réduire la différence de dureté entre la matrice ferritique et la phase martensitique, en refroidissant plus lentement la bande ou en pratiquant un court revenu, de l'ordre d'une minute, de la phase martensitique formée après trempe à l'eau.

[0022] Il est à noter que ce revenu n'est en aucun cas un traitement de survieillissement comme on en trouve dans l'art antérieur. En effet, ces traitements de survieillissement (ou overaging en anglais), qui sont 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 de 300°C, de préférence de 250°C, et de façon plus particulièrement préférée, de 200°C.

[0023] 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 grande quantité, car il générerait la formation d'une trop grande proportion de phase martensitique.

[0024] 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.

EP 1 592 816 B1

[0025] La composition comprend également du chrome à une teneur comprise entre 0,010% et 1,0% qui aide à la formation recherchée de martensite.

[0026] 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.

[0027] La composition comprend également du phosphore à une teneur comprise entre 0,001% et 0,20%, qui durcit la microstructure sans affecter sa texture.

[0028] 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.

Exemples

[0029] 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 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 résultant de l'élaboration.

Abréviations employées

[0030]

Re : limite d'élasticité en MPa

Rm : résistance à la traction en MPa

r : coefficient d'anisotropie

P : palier

%m : proportion de martensite

[0031] 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 la température de fin de laminage soit supérieure à 900°C, la valeur de AR3 étant de 870°C environ pour les deux nuances.

[0032] 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 qu'un échantillon de la nuance B a été bobiné à 550°C et l'autre à 720°C.

[0033] 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 est alors effectué à une vitesse de l'ordre de 25°C/s, par trempe à l'eau.

[0034] On mesure ensuite les caractéristiques mécaniques et d'anisotropie des aciers obtenus.

[0035] 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		

EP 1 592 816 B1

(suite)

Nuance	Tbob (°C)	Tmaintien (°C)	Direction	Re (MPa)	Rm (MPa)	P (%)	r	r moyen	% m
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		

[0036] L'anisotropie globale d'un acier est déterminée par le coefficient d'anisotropie normale r moyen :

$$r = \frac{rT + rL + 2(r45^\circ)}{4}$$

où rT désigne la valeur de r mesurée dans la direction transversale au sens de laminage de la bande,
rL désigne la valeur de r mesurée dans la direction longitudinale au sens de laminage de la bande,
r45° désigne la valeur de r mesurée à 45° par rapport au sens de laminage de la bande.

[0037] Pour une température de bobinage de 720°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.

[0038] Par ailleurs, on constate que plus le taux de martensite est important, plus les caractéristiques mécaniques sont élevées.

[0039] A titre d'illustration, on a fait figurer en figure 2 la microstructure obtenue avec la nuance A, bobinée à 720°C, puis recuite à 750°C pour obtenir finalement 12% de martensite. On y distingue bien la ferrite et la martensite formée.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une bande d'acier dual-phase à structure ferrito-martensitique, laminée à froid présentant une résistance à la traction supérieure à 600MPa, **caractérisé en ce qu'on** lamine à chaud une brame dont la composition chimique comprend, en poids :

0,020% ≤ C ≤ 0,060%
0,300% ≤ Mn ≤ 0,500%
0,010% ≤ Cr ≤ 1,0%
0,010% ≤ Si ≤ 0,50%
0,010% ≤ P ≤ 0,100%
0,010% ≤ Al ≤ 0,10%
N ≤ 0,010%

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration,
ledit procédé comprenant ensuite les étapes consistant à :

EP 1 592 816 B1

- 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.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on lamine la bande à chaud à une température supérieure à 850°C.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'on bobine la bande à chaud à une température comprise entre 550 et 750°C.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'on lamine à froid la bande avec un taux de réduction compris entre 70 et 80%.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **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.
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la température de maintien est comprise entre Ac1 et 900°C.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en outre en ce que** la température de maintien est comprise entre 750 et 850°C,
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **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 un second refroidissement à une vitesse plus élevée et comprise entre 100°C/s et 1500°C/s, jusqu'à la température ambiante.
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le second refroidissement est réalisé par trempe à l'eau.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **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.
11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le refroidissement est réalisé par trempe à l'eau.
12. Bande d'acier dual-phase à structure ferrito-martensitique, laminée à froid, présentant une résistance à la traction Rm supérieure à 600 MPa, un coefficient d'anisotropie moyen r supérieur à 1,1, dont la composition chimique comprend, en poids :

$0,020\% \leq C \leq 0,060\%$
 $0,300\% \leq Mn \leq 0,500\%$
 $0,010\% \leq Cr \leq 1,0\%$
 $0,010\% \leq Si \leq 0,50\%$
 $0,010\% \leq P \leq 0,100\%$
 $0,010\% \leq Al \leq 0,10\%$
 $N \leq 0,010\%$

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

13. Bande d'acier selon la revendication 12, **caractérisée en outre en ce qu'elle** présente un coefficient d'anisotropie moyen r supérieur à 1,3.

14. Bande d'acier selon l'une quelconque des revendications 12 ou 13, **caractérisée en ce qu'elle** comporte en outre entre 1% et 10% de martensite,
15. Bande d'acier selon la revendication 14, **caractérisée en ce qu'elle** comporte en outre entre 5% et 8% de martensite.
16. Utilisation d'une bande d'acier selon l'une quelconque des revendications 12 à 15, pour la fabrication de pièces pour automobile par emboutissage profond.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines kaltgewalzten Dualphasenstahlbandes mit ferritisch-martensitischer Struktur, mit einer Zugfestigkeit größer als 600 MPa, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Bramme warmgewalzt wird, deren chemische Zusammensetzung in Gewichtprozent aufweist:

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

wobei der Rest Eisen und aus der Verhüttung resultierende Verunreinigungen ist, wobei das Verfahren ferner die folgenden Schritte aufweist:

- Wickeln des erhaltenen Warmbandes bei einer Temperatur zwischen 550 und 850°C, dann
- Kaltwalzen des Bandes mit einem Reduktionsverhältnis zwischen 60 und 90%, dann
- kontinuierliches Glühen des Bandes im interkritischen Bereich und
- Abkühlen bis auf Umgebungstemperatur in einem oder mehreren Schritten, wobei die Abkühlgeschwindigkeit zwischen 600°C und der Umgebungstemperatur zwischen 100°C/s und 1500°C/s liegt,
- und gegebenenfalls Durchführen einer thermischen Behandlung bei einer Temperatur unterhalb 300°C,

wobei die Glüh- und Abkühlvorgänge so durchgeführt werden, dass das Band schließlich 1 bis 15% Martensit enthält.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band bei einer Temperatur größer als 850°C warmgewalzt wird.
3. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Warmband bei einer Temperatur zwischen 550 und 750°C aufgewickelt wird.
4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band mit einem Reduktionsverhältnis zwischen 70 und 80% kaltgewalzt wird.
5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kontinuierliche Glühen des kaltgewalzten Bandes eine Phase der Temperaturerhöhung, gefolgt von einer Phase des Haltens auf einer vorbestimmten Temperatur aufweist.
6. Verfahren gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haltetemperatur zwischen Ac1 und 900°C liegt.
7. Verfahren gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haltetemperatur zwischen 750 und 850°C liegt.
8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abkühlen auf Umgebungstemperatur ein erstes langsames Abkühlen zwischen der Haltetemperatur und 600°C aufweist, während der die Abkühlgeschwindigkeit geringer ist als 50°C/s, gefolgt von einem zweiten Abkühlen mit einer höheren Geschwindigkeit und zwischen 100°C/s und 1500°C/s bis auf Umgebungstemperatur.
9. Verfahren gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Abkühlen durch Wasserabschreckung

erfolgt.

10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abkühlen in einem einzigen Vorgang mit einer Abkühlgeschwindigkeit zwischen 100°C/s und 1500°C/s durchgeführt wird.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Abkühlen durch Wasserabschreckung erfolgt.

12. Kaltgewalztes Dualphasenstahlband mit ferritisch-martensitischer Struktur, mit einer Zugfestigkeit größer als 600 MPa, mit einem mittlerem Anisotropiefaktor r größer als 1,1, dessen chemische Zusammensetzung in Gewichtsprozent aufweist:

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

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

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

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

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

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

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

wobei der Rest Eisen und aus der Verhüttung resultierende Verunreinigungen ist, wobei das Band ferner zwischen 1 % und 15 % Martensit enthält.

13. Stahlband gemäß Anspruch 12, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen mittleren Anisotropiefaktor r größer als 1,3 hat.

14. Stahlband gemäß Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** es weiter zwischen 1% und 10% Martensit enthält.

15. Stahlband gemäß Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** es weiter zwischen 5% und 8% Martensit enthält.

16. Verwendung eines Stahlbands gemäß einem der Ansprüche 12 bis 15 zur Herstellung von Kraftfahrzeugteilen durch Tiefziehen.

Claims

1. Method for producing a cold-rolled strip of dual-phase steel with a ferritic-martensitic structure, having a tensile strength greater than 600 MPa, **characterised in that** a slab, the chemical composition of which comprises, by weight:

$$0.020\% \leq C \leq 0.060\%$$

$$0.300\% \leq Mn \leq 0.500\%$$

$$0.010\% \leq Cr \leq 1.0\%$$

$$0.010\% \leq Si \leq 0.50\%$$

$$0.010\% \leq P \leq 0.100\%$$

$$0.010\% \leq Al \leq 0.10\%$$

$$N \leq 0.010\%,$$

the balance being iron and impurities resulting from the production process, is hot rolled, said method then comprising steps consisting in:

- hot coiling the strip obtained at a temperature between 550 and 850°C, then
- cold rolling the strip with a reduction ratio between 60 and 90%, then
- annealing the strip continuously in the intercritical range, and
- cooling it down to ambient temperature in one or more steps, the cooling rate between 600°C and ambient temperature being between 100°C/s and 1500°C/s,
- and optionally subjecting it to tempering at a temperature below 300°C,

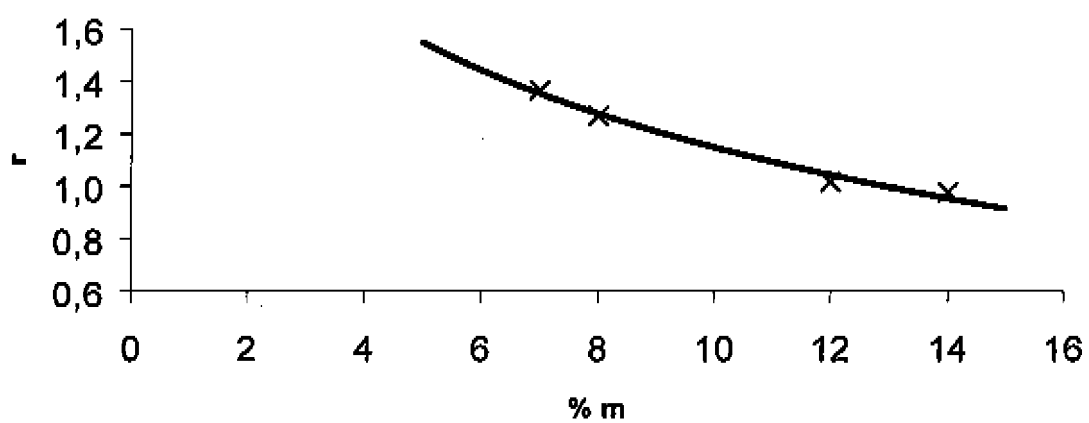
the annealing and cooling operations being carried out in such a way that the strip finally comprises from 1 to 15% martensite.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the strip is hot rolled at a temperature greater than 850°C.
3. Method according to either claim 1 or claim 2, **characterised in that** the strip is hot coiled at a temperature between 550 and 750°C.
4. Method according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the strip is cold rolled with a reduction ratio between 70 and 80%.
5. Method according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the continuous annealing of the cold-rolled strip comprises a temperature rise phase followed by a soak phase at a predetermined temperature.
6. Method according to claim 5, **characterised in that** the soak temperature is between Ac1 and 900°C.
7. Method according to claim 6, further **characterised in that** the soak temperature is between 750 and 850°C.
8. Method according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the cooling down to ambient temperature comprises a first, slow cooling step between the soak temperature and 600°C, during which the cooling rate is less than 50°C/s, followed by a second cooling step at a higher rate, of between 100°C/s and 1500°C/s, down to ambient temperature.
9. Method according to claim 8, **characterised in that** the second cooling step is carried out by water quenching.
10. Method according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** cooling is carried out in a single operation, at a cooling rate between 100°C/s and 1500°C/s.
11. Method according to claim 10, **characterised in that** cooling is carried out by water quenching.
12. Cold-rolled strip of dual-phase steel with a ferritic-martensitic structure, having a tensile strength Rm greater than 600 MPa, a mean anisotropy coefficient r greater than 1.1, the chemical composition of which comprises, by weight:

$0.020\% \leq C \leq 0.060\%$
 $0.300\% \leq Mn \leq 0.500\%$
 $0.010\% \leq Cr \leq 1.0\%$
 $0.010\% \leq Si \leq 0.50\%$
 $0.010\% \leq P \leq 0.100\%$
 $0.010\% \leq Al \leq 0.10\%$
 $N \leq 0.010\%$,

the balance being iron and impurities resulting from the production process, the strip further comprising between 1% and 15% martensite.

13. Steel strip according to claim 12, further **characterised in that** it has a mean anisotropy coefficient r greater than 1.3.
14. Steel strip according to either claim 12 or claim 13, **characterised in that** it further comprises between 1% and 10% martensite.
15. Steel strip according to claim 14, **characterised in that** it further comprises between 5% and 8% martensite.
16. Use of a steel strip according to any one of claims 12 to 15 for the production of automobile parts by deep drawing.

Fig. 1**Fig. 2**

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 4336080 A [0004]
- EP 0969112 A [0004]