

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 780 482 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

25.06.1997 Bulletin 1997/26

(51) Int Cl.⁶: **C22C 38/14, C21D 8/04**

(21) Numéro de dépôt: **96402691.8**

(22) Date de dépôt: **11.12.1996**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU NL
PT SE**

(30) Priorité: **20.12.1995 FR 9515088**

(71) Demandeur: **SOLLAC**

F-92800 Puteaux (FR)

(72) Inventeurs:

- **Guth, Jérôme**
57000 Metz (FR)

• **Verrier, Pascal**

62380 Lumbres (FR)

(74) Mandataire: **Ventavoli, Roger**

TECHMETAL PROMOTION (Groupe USINOR

SACILOR),

Immeuble " La Pacific ",

11/13 Cours Valmy - La Défense 7,

TSA 10001

92070 Paris La Défense Cédex (FR)

(54) **Acier laminé à froid présentant une bonne aptitude au soudage et au brasage**

(57) L'invention concerne un feuillard en acier laminé à froid, revêtu sur au moins une de ses faces d'un revêtement anticorrosion à base de zinc, présentant une bonne aptitude au soudage par résistance et au brasage, pour la réalisation d'éléments de carrosserie automobile et d'éléments d'habillage d'appareils électroménagers.

L'acier comprend en pour-cent poids de 0 à 0,007% de carbone, de 0 à 0,25% de manganèse, de 0 à 0,005% d'azote, de 0,002 à 0,10% de silicium, du titane en quantité suffisante pour que la teneur en titane soit supérieure

à quatre fois la somme des teneurs en carbone et en azote, tout en étant inférieure à 0,10%, et au moins un élément choisi parmi le bore, le niobium, le phosphore et le vanadium, la teneur en bore étant comprise entre 0,0003 et 0,001%, la teneur en phosphore étant comprise entre 0,02 et 0,08%, la teneur en niobium étant comprise entre 0,01 et 0,025% et la teneur en vanadium étant comprise entre 0,01 et 0,025%, le reste étant du fer et des impuretés résiduelles, ledit feuillard étant obtenu à partir d'une bande à chaud, laquelle est laminée à froid avant de subir un recuit de recristallisation.

EP 0 780 482 A1

Description

La présente invention concerne un feuillard en acier laminé à froid pour la réalisation d'éléments de carrosserie automobile et d'éléments d'habillage d'appareils électroménagers.

Un tel feuillard doit avoir une bonne aptitude au façonnage, par emboutissage essentiellement dans le cadre de son utilisation dans l'automobile, par emboutissage et par pliage dans le cadre de son utilisation dans l'électroménager.

Pour cela il est nécessaire d'utiliser des tôles en aciers dit "aciers hyper emboutissables", c'est à dire présentant des caractéristiques mécaniques peu élevées, la limite d'élasticité R_e étant de l'ordre de 120 à 210 MPa au maximum et la charge maximale à la rupture R_m ne dépassant pas 350 MPa, présentant un taux d'allongement A% de l'ordre de 40%, et un coefficient d'emboutissabilité, dit coefficient de Lankford, supérieur à 1,7.

Il est connu d'utiliser des aciers sans interstitiels au titane ou au titane-niobium par exemple. En effet, on sait que les éléments interstitiels ou substitutionnels durcissent l'acier, c'est à dire augmentent sa limite d'élasticité R_e , diminuent son taux d'allongement A% ainsi que son coefficient de Lankford r .

La teneur en titane et/ou en niobium de ces aciers permet de piéger le carbone et l'azote en solution dans l'acier pour former des carbures de titane et/ou de niobium ainsi que des carbo-nitrures de titane et/ou niobium.

De ce fait, les éléments d'addition tels que le carbone et l'azote ne se retrouvent pas entre les grains de ferrite et l'acier présente une excellente aptitude au façonnage, en particulier à l'emboutissage.

Lorsque ce type d'acier est revêtu d'un revêtement anticorrosion à base de zinc, ce qui est indispensable dans le cadre de son application dans le domaine automobile, et très souvent le cas dans le cadre de son utilisation en électroménager, ce type d'acier pose un problème lorsque l'on désire assembler deux tôles entre elles par soudage par résistance, par point ou à la molette, ou par brasage.

En effet, on assiste à une dégradation accélérée des électrodes ou des molettes et par conséquent une baisse progressive de la qualité des assemblages soudés, en l'occurrence des points soudés.

Cette dégradation des électrodes est la conséquence du phénomène suivant.

Lorsque l'on soude entre elles deux tôles revêtues d'un revêtement anticorrosion à base de zinc, au moyen d'électrodes en cuivre, il se produit à l'interface tôle/électrode la formation de laiton du fait de la diffusion du zinc de la tôle dans le cuivre de l'électrode.

Ce laiton pénètre par diffusion intergranulaire dans les joints de grains de l'acier et s'y emprisonne.

Ceci conduit à la formation de petites liaisons mécaniques entre l'électrode et la tôle, et, lors de l'ouverture des mors de soudage, ce phénomène va engendrer des arrachements de matière à la surface de l'électrode et donc une consommation de l'électrode.

Ce phénomène se caractérise visuellement par un dépôt de laiton à la surface de la soudure par point, et est généralement appelé phénomène de laitonnage.

Cela nécessite de remplacer à intervalle régulier les électrodes de soudage ou de les ragréer au moyen de dispositifs d'usinage si on désire conserver une qualité satisfaisant des points soudés, ce qui engendre des coûts importants.

Il est connu pour éviter ce phénomène de laitonnage de la surface de contact des électrodes de disposer à leur extrémité des éléments formant barrière de diffusion du zinc dans le cuivre constitutif de l'électrode, par exemple des pastilles de molybdène, de tungstène, de titane ou de zirconium.

Mais cette solution est coûteuse et les pastilles d'alliage formant barrière de diffusion du zinc fixées sur l'électrode se fissurent à la longue et il se produit des phénomènes de collage tôle-électrode importants.

De plus, ce type d'électrode à pastille d'alliage barrière de diffusion du zinc ne peut être réagréé par des dispositifs usuels.

De même, dans le cas du brasage, le produit d'apport de brasage, en général du cuivre, diffuse aux joints de grains et détériore la qualité de l'assemblage brasé.

La présente invention propose un feuillard en acier laminé à froid qui empêche la diffusion du laiton qui se forme à la surface de l'électrode dans la tôle d'acier et ainsi évite son arrachement de la surface de l'électrode, ce qui permet d'accroître considérablement la durée de vie des électrodes de soudage, et ceci en conservant à la tôle d'acier son aptitude au façonnage.

De la même façon, pour le brasage, la diffusion du produit d'apport de brasage, en général du cuivre, aux joints de grains est empêchée, ce qui permet d'utiliser des produits d'apport à haute température de fusion, moins chers et plus rapide de mise en oeuvre sans détériorer la qualité des assemblages brasés.

L'invention concerne plus particulièrement un feuillard en acier laminé à froid, revêtu sur au moins une de ses faces d'un revêtement anticorrosion à base de zinc, présentant une bonne aptitude au soudage par résistance et au brasage, caractérisé en ce que l'acier comprend en pour-cent poids de 0 à 0,007% de carbone, de 0 à 0,25% de manganèse, de 0 à 0,005% d'azote, de 0,002 à 0,10% de silicium, du titane en quantité suffisante pour que la teneur en titane soit supérieure à quatre fois la somme des teneurs en carbone et en azote, tout en étant inférieure à 0,10%, et au moins un élément choisi parmi le bore, le niobium, le phosphore et le vanadium, la teneur en bore étant comprise

entre 0,0003 et 0,001%, la teneur en phosphore étant comprise entre 0,02 et 0,08%, la teneur en niobium étant comprise entre 0,01 et 0,025% et la teneur en vanadium étant comprise entre 0,01 et 0,025%, le reste étant du fer et des impuretés résiduelles, ledit feuillard étant obtenu à partir d'une bande à chaud, laquelle est laminée à froid avant de subir un recuit de recristallisation.

5 Selon d'autres caractéristiques de l'invention,

- l'acier comprend en pour-cent poids de 0,002 à 0,005% de carbone, de 0,10 à 0,18% de manganèse, de 0,001 à 0,004% d'azote, de 0,003 à 0,05% de silicium, du titane en quantité suffisante pour que la teneur en titane soit supérieure à quatre fois la somme des teneurs en carbone et en azote, tout en étant inférieure à 0,08%, et au moins un élément choisi parmi le bore, le niobium, le phosphore et le vanadium, la teneur en bore étant comprise entre 0,0003 et 0,0007%, la teneur en phosphore étant comprise entre 0,02 et 0,04%, la teneur en niobium étant comprise entre 0,01 et 0,025% et la teneur en vanadium étant comprise entre 0,01 et 0,025%, le reste étant du fer et des impuretés résiduelles ;
- l'acier comprend au moins un élément choisi parmi le bore et le phosphore, la teneur en bore étant comprise entre 0,0003 et 0,0005%, la teneur en phosphore étant comprise entre 0,02 et 0,04%, et au moins un élément choisi parmi le niobium et le vanadium, la teneur en niobium étant comprise entre 0,01 et 0,02% et la teneur en vanadium étant comprise entre 0,01 et 0,02% ;
- la teneur en titane est inférieure à 0,08 % ;
- le feuillard est obtenu à partir d'une bande à chaud bobinée à une température de bobinage comprise entre 600 et 720°C, laquelle est ensuite laminée à froid avant de subir un recuit de recristallisation ;
- la température de bobinage est comprise plus précisément entre 680 et 700°C ;

La présente invention concerne également une structure constituée d'au moins un élément en acier embouti ou plié et assemblé par soudage ou brasage, caractérisée en ce que ledit élément est réalisé à partir d'un flan de tôle découpé dans un feuillard présentant l'une des caractéristiques précédentes, par exemple une carrosserie automobile ou un appareil électroménager.

Les caractéristiques et avantages apparaîtront mieux à la suite de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple.

Le feuillard en acier selon l'invention est un feuillard en acier laminé à froid, revêtu sur une de ses faces au moins d'un revêtement anticorrosion à base de zinc, par exemple une couche de zinc pur ou une couche d'un alliage à base de zinc, par exemple un alliage zinc-aluminium, un alliage zinc-fer, ou tout autre alliage à base de zinc.

L'acier de base de l'invention est un acier à très bas carbone, contenant moins de 0,007% poids de carbone, de 0 à 0,25% poids de manganèse, moins de 0,005% poids d'azote et de 0,002 à 0,10% de silicium, ainsi que du titane qui permet de piéger le carbone et l'azote en solution afin d'obtenir un acier sans interstitiel.

Une première caractéristique de l'invention consiste à mettre du titane en quantité suffisante pour obtenir un acier sans interstitiel, sur stoechiométrique en titane.

La teneur en titane doit être supérieure à quatre fois la somme des teneurs en carbone et en azote de l'acier, tout en restant inférieure à 0,10% poids, de préférence inférieure à 0,08% poids.

Cette caractéristique est importante car cette teneur en titane supérieure à quatre fois la somme des teneurs en carbone et en azote de l'acier, permet de former, au cours de l'élaboration dudit acier, rapidement de gros précipités de carbonitrides de titane TiNC.

Plus précisément, la teneur en titane doit être supérieure à la somme de 48/12 de la teneur en carbone et de 48/14 de la teneur en azote afin de précipiter tous les atomes de carbone et d'azote de l'acier ($Ti > 48/12 C + 48/14 N$).

La formation rapide ainsi que la taille relativement importante de ces gros précipités de TiNC permet d'éviter ensuite la germination de ferrite sur ces précipités au cours de la transformation austénite-ferrite.

La teneur en titane doit certes être importante par rapport à la teneur en carbone et en azote de l'acier, mais doit rester inférieure à 0,10% poids, de préférence inférieure à 0,08% poids, pour éviter de durcir l'acier, ce qui serait préjudiciable à son aptitude au façonnage, en particulier à l'emboutissage.

La seconde caractéristique importante de l'acier de l'invention consiste à ajouter à la base de cet acier sans interstitiel au titane sur stoechiométrique, au moins un élément choisi parmi le bore, le niobium, le phosphore et le vanadium.

Cet élément va retarder, contraindre, la formation de ferrite lors de la transformation austénite-ferrite, et ainsi cette transformation va aboutir à la formation de petits grains de ferrite.

Cet élément d'addition va donc se placer dans les joints de grains ferritiques et ainsi empêcher la diffusion du laiton qui se forme à l'interface tôle revêtue-électrode, dans l'acier.

La Demanderesse a constaté que l'ajout de bore dans une proportion en pour cent poids comprise entre 0,0003 et 0,001%, de préférence entre 0,0003 et 0,0007%, permet d'obtenir le phénomène.

Une teneur en bore inférieure à 0,003% poids est insuffisante pour éviter la diffusion du laiton dans l'acier et une

teneur en bore supérieure à 0,01% poids engendre une variation sensible des propriétés mécaniques de l'acier, en particulier une augmentation de la limite d'élasticité, une baisse du taux d'allongement et du coefficient de Lankford.

L'ajout de phosphore dans une proportion en pour cent poids comprise entre 0,02 et 0,08%, de préférence entre 0,02 et 0,04% permet également d'aboutir à l'effet recherché.

Pour les mêmes raisons que dans le cas d'ajout de bore, la teneur en phosphore ne doit pas excéder 0,08% poids.

La Demanderesse a également constaté que le phénomène est obtenu également par l'ajout de niobium, dans une proportion comprise entre 0,01 et 0,025%.

Dans ce cas, le niobium libre va retarder la germination de la ferrite et ainsi conduire à la formation de grains ferritiques très petits, le niobium se concentrant au niveau des joints de grains de ferrite.

On peut également ajouter du vanadium dans une proportion comprise entre 0,01 et 0,025% poids.

Le vanadium va également retarder la germination de la ferrite et ainsi conduire à la formation de grains ferritiques très petits, le vanadium se concentrant au niveau des joints de grains de ferrite.

La Demanderesse a constaté que l'effet recherché est plus important, plus marqué, avec le bore ou le phosphore qu'avec le niobium ou le vanadium.

Aussi, la Demanderesse a constaté que si on utilise du niobium ou du vanadium, l'optimum consiste à coupler l'ajout de niobium ou de vanadium avec l'ajout de bore ou de phosphore, ce qui permet d'assurer une synergie entre chacun de ces éléments.

Dans ce cas, l'acier comprend au moins un élément choisi parmi le bore et le phosphore, la teneur en bore étant comprise entre 0,0003 et 0,0005%, la teneur en phosphore étant comprise entre 0,02 et 0,04%, et au moins un élément choisi parmi le niobium et le vanadium, la teneur en niobium étant comprise entre 0,01 et 0,02% et la teneur en vanadium étant comprise entre 0,01 et 0,02%.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le feuillard est obtenu à partir d'une bande à chaud bobinée à une température de bobinage comprise entre 600 et 720°C, laquelle est ensuite laminée à froid avant de subir un recuit de recristallisation.

De préférence, la température de bobinage est comprise entre 680 et 700°C.

Quant au recuit de recristallisation, il peut être un recuit continu ou un recuit base.

Des tests d'endurance d'électrodes de soudage par résistance par points ont été réalisés et on peut constater que l'acier selon l'invention permet d'augmenter considérablement la durée de vie des électrodes.

Par exemple, par rapport à un acier sans interstitiel au titane classique, un acier selon l'invention contenant du niobium et du bore, ou un acier contenant du phosphore permet de multiplier la durée de vie des électrodes au moins par cinq.

La composition de ces trois aciers testés est mentionnée dans le tableau ci-après, les teneurs des différents éléments d'addition étant exprimées en 10^{-3} % poids.

Nuance	C	Mn	P	Si	Ti	Nb	B	N
A	3	150	9	6	10	-	-	1,4
B	2	118	11	5	35	11	0,3	0,7
C	5	153	70	90	45	14	-	3

Un feuillard en acier laminé à froid a été réalisé pour chacune de ces trois nuances et ces feuillards ont été revêtus sur leurs deux faces d'une couche de 10 microns d'un revêtement zinc-fer à 10% de fer et 90% de zinc.

Des tests d'endurance d'électrodes de soudage par résistance par points ont été réalisés avec ces trois aciers.

Ces tests ont consisté à réaliser à l'aide d'un même jeu d'électrodes un maximum de points soudés sans toucher au réglage des paramètres de la soudeuse.

L'acier A, correspondant à un acier sans interstitiel au titane, appelé couramment IF titane, a permis de réaliser 200 points soudés donnant satisfaction en terme de résistance en traction pure des points soudés, avec une intensité de soudage égale au tiers de la latitude de soudage de l'acier.

L'acier B, correspondant à un exemple d'acier selon l'invention a permis de réaliser 800 points soudés donnant satisfaction en terme de traction pure des points soudés, avec une intensité de soudage égale au maximum de la latitude de soudage, c'est à dire dans des conditions plus sévères.

Enfin, l'acier C, correspondant à un autre exemple de réalisation de l'invention, a permis de réaliser 1200 points soudés donnant satisfaction en terme de résistance en traction pure des points soudés, avec une intensité de soudage égale au maximum de la latitude de soudage de l'acier.

On voit donc bien que l'acier selon l'invention permet d'augmenter considérablement la durée de vie des électrodes de soudage par résistance par point.

Il en est de même pour la durée de vie des molettes de soudage et en soudage par brasage.

L'acier de l'invention est donc parfaitement adapté pour réaliser des structures constituées d'au moins un élément en acier embouti ou plié et assemblé par soudage ou brasage, par exemple une carrosserie automobile ou l'habillage d'un appareil électroménager du type gazinière, réfrigérateur, machine à laver le linge ou lave vaisselle.

5

Revendications

1. Feuillard en acier laminé à froid, revêtu sur au moins une de ses faces d'un revêtement anticorrosion à base de zinc, présentant une bonne aptitude au soudage par résistance et au brasage, caractérisé en ce que l'acier comprend en pour-cent poids de 0 à 0,007% de carbone, de 0 à 0,25% de manganèse, de 0 à 0,005% d'azote, de 0,002 à 0,10% de silicium, du titane en quantité suffisante pour que la teneur en titane soit supérieure à quatre fois la somme des teneurs en carbone et en azote, tout en étant inférieure à 0,10%, et au moins un élément choisi parmi le bore, le niobium, le phosphore et le vanadium, la teneur en bore étant comprise entre 0,0003 et 0,001%, la teneur en phosphore étant comprise entre 0,02 et 0,08%, la teneur en niobium étant comprise entre 0,01 et 0,025% et la teneur en vanadium étant comprise entre 0,01 et 0,025%, le reste étant du fer et des impuretés résiduelles, ledit feuillard étant obtenu à partir d'une bande à chaud, laquelle est laminée à froid avant de subir un recuit de recristallisation.
2. Feuillard en acier laminé à froid selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'acier comprend en pour-cent poids de 0,002 à 0,005% de carbone, de 0,10 à 0,18% de manganèse, de 0,001 à 0,004% d'azote, de 0,003 à 0,05% de silicium, du titane en quantité suffisante pour que la teneur en titane soit supérieure à quatre fois la somme des teneurs en carbone et en azote, tout en étant inférieure à 0,08%, et au moins un élément choisi parmi le bore, le niobium, le phosphore et le vanadium, la teneur en bore étant comprise entre 0,0003 et 0,0007%, la teneur en phosphore étant comprise entre 0,02 et 0,04%, la teneur en niobium étant comprise entre 0,01 et 0,025% et la teneur en vanadium étant comprise entre 0,01 et 0,025%, le reste étant du fer et des impuretés résiduelles.
3. Feuillard en acier laminé à froid selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'acier comprend au moins un élément choisi parmi le bore et le phosphore, la teneur en bore étant comprise entre 0,0003 et 0,0005%, la teneur en phosphore étant comprise entre 0,02 et 0,04%, et au moins un élément choisi parmi le niobium et le vanadium, la teneur en niobium étant comprise entre 0,01 et 0,02% et la teneur en vanadium étant comprise entre 0,01 et 0,02%.
4. Feuillard en acier laminé à froid selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la teneur en titane est inférieure à 0,08 %.
5. Feuillard en acier laminé à froid selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le feuillard est obtenu à partir d'une bande à chaud bobinée à une température de bobinage comprise entre 600 et 720°C, laquelle est ensuite laminée à froid avant de subir un recuit de recristallisation.
6. Feuillard en acier laminé à froid selon la revendication 5, caractérisé en ce que la température de bobinage est comprise entre 680 et 700°C.
7. Structure constituée d'au moins un élément en acier embouti ou plié et assemblé par soudage ou brasage, caractérisée en ce que ledit élément est réalisée à partir d'un flan de tôle découpé dans un feuillard selon l'une des revendications précédentes.
8. Structure selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'elle est une carrosserie automobile.
9. Structure selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'elle est l'habillage d'un appareil électroménager.

55



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 96 40 2691

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.6)
X	EP 0 484 960 A (NIPPON STEEL CORPORATION) * le document en entier *	1,2	C22C38/14 C21D8/04
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18, no. 128 (C-1174), 2 Mars 1994 & JP 05 311328 A (KAWASAKI STEEL CORP.), 22 Novembre 1993, * abrégé *	1,2	
Y	EP 0 295 697 A (KAWASAKI STEEL CORPORATION) * revendications 1-5 *	1-3	
Y	EP 0 228 756 A (KAWASAKI STEEL CORPORATION) * le document en entier *	1-3	
A	EP 0 462 380 A (KAWASAKI STEEL CORPORATION) * revendications 1-4 *	1,5	
A	FR 2 117 866 A (NIPPON KOKAN K.K.) * revendications 1-3 *	1,5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	WO 95 09931 A (NKK CORPORATION) * le document en entier *	1,5	C22C C21D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		19 Mars 1997	Lippens, M
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)