

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 00683

(54) Procédé de traitement thermo-mécanique de tôles ou de feuillets d'acier inoxydable ferritique et produits obtenus.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). C 21 D 8/02; C 22 C 38/18.

(22) Date de dépôt..... 9 janvier 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : Japon, 11 janvier 1980, (demande de brevet), n° 1883/80.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 29 du 17-7-1981.

(71) Déposant : Société dite : NIPPON STEEL CORPORATION, résidant au Japon.

(72) Invention de : Tadashi Sawatani, Mitsuo Ishii et Hirofumi Yoshimura.

(73) Titulaire : Idem (71)

(74) Mandataire : Bugnion Propriété Industrielle SARL,
23-25, rue Nicolas Leblanc, 59000 Lille.

- 1 -

L'invention est relative à un procédé pour la production de tôles ou de feuillards d'acier inoxydable ferritique pour lesquels les phases de production sont simplifiées, et des produits comparables ou supérieurs aux produits des procédés conventionnels peuvent être obtenus.

Des produits laminés à froid en acier inoxydable ferritique ont été jusqu'à présent produits par un recuit en vase clos d'une bobine de feuillard d'acier laminée à chaud de 800 à 850 °C, à la manière d'une fournée, et en répétant la laminage à froid, et le recuit de recristallisation deux fois, dans beaucoup de cas. Etant donné qu'un feuillard d'acier laminé à chaud a une micro-structure hétérogène, si ce feuillard est directement soumis à un laminage à froid, des bonnes qualités de formage ne peuvent pas être obtenues, et, pour cette raison, un recuit de diffusion à la manière d'une fournée doit être réalisé pendant un temps long avant le laminage à froid. Toutefois, dans le but de chauffer une grande bobine de feuillard uniformément, même dans la partie centrale de la bobine, et pour réaliser un recuit de diffusion efficace, la bobine doit être placée dans un four pendant plus de 40 heures, et ainsi, le temps global de production devient très long, avec pour effet une augmentation inévitable du coût de fabrication.

Comme moyen pour éliminer un tel désavantage d'un recuit de diffusion long, à la manière d'une fournée, d'un acier inoxydable ferritique, des propositions ont été faites pour le processus de recuit appelé recuit continu, selon lequel une bobine est déroulée, et est continuellement convoyée à travers un four.

Lorsqu'un feuillard laminé à chaud d'acier inoxydable ferritique est soumis à un recuit continu, à la place du recuit conventionnel à la manière d'une fournée, le feuillard doit nécessairement être chauffé à une température plus élevée que celle adoptée dans le processus conventionnel, et si ce feuillard est chauffé à une haute température, l'acier est transformé en une structure de phases mélangées d'austénite-ferrite.

Le brevet japonais publié No 30008/76 décrit un procédé de recuit continu selon lequel un feuillard d'acier inoxydable ferritique laminé à chaud est chauffé à une température de 1.330 à 1.350 °C, dépassant la région des phases mélangées d'austénite-ferrite pendant un temps court de moins de 3 minutes, et le feuillard d'acier chauffé est refroidi à l'air ou rapidement refroidi à une vitesse de refroidissement élevée. De plus, le brevet japonais No 1878/72 décrit

- 2 -

un procédé de recuit continu selon lequel un feuillard laminé à chaud d'acier inoxydable ferritique est chauffé à une température de 930 à 990 °C, où les phases d'austénite et de ferrite coexistent, pendant un temps plus court que 10 minutes, et le feuillard chauffé est refroidi à l'air ou rapidement refroidi à une vitesse de refroidissement élevée. Toutefois, dans ces procédés de recuit continu conventionnels, la phase d'austénite formée pendant la phase de recuit est transformée en une phase de martensite pendant la phase de refroidissement, et des troubles sont causés, par exemple, dans la phase de laminage à froid subséquente. Il y a rupture du feuillard pendant la phase de refroidissement à froid et corrosion intergranulaire dans les phases de recuit et de décapage.

Dans le procédé décrit dans le brevet américain No 2.808.353, la création de tels troubles est évitée parce qu'un feuillard laminé à chaud d'acier inoxydable ferritique est chauffé à une haute température de 927 à 1.149 °C pendant 1 à 10 minutes, et est ensuite recuit à une température de 760 à 899 °C à la manière d'une fournée.

Comme procédé utilisant un élément additif, un procédé comprenant un recuit continu d'un feuillard laminé à chaud d'un acier inoxydable ferritique avec des additions de Ti à une température de 950 ± 20 °C, pendant une période plus courte que 10 minutes est décrit dans la demande publiée de brevet japonais No 84019/73.

Tel que cela sera décrit ci-dessous, la présente invention est relative à la production de tôles ou de feuillets d'acier inoxydable ferritique contenant de l'aluminium. L'utilisation d'aluminium en tant qu'élément additif est décrit, par exemple, dans le brevet britannique No 1.162.562, et le brevet japonais No 44888/76.

Un des buts de la présente invention est de proposer un procédé de fabrication de tôles ou de feuillets d'acier inoxydable ferritique, dans lequel le recuit d'un feuillard laminé à chaud d'acier inoxydable ferritique est réalisé avec un procédé de recuit continu de courte durée, au lieu des procédés de recuit traditionnels à la manière d'une fournée.

Un autre but de la présente invention est de proposer un produit laminé à froid en acier inoxydable ferritique qui est comparable ou supérieur aux produits conventionnels à la fois en ce qui concerne ses propriétés anti-stries et ses propriétés d'étirage intense, et exempt de défaut tel que le défaut de poudre d'or. Par les termes "défaut de poudre d'or", on entend un défaut qui fait que lorsqu'un film de protection en résine de vinyl ou en un matériau semblable, appliqué sur une

- 3 -

tôle de produit est ôtée, la surface de la tôle de produit est partiellement enlevée, et la surface brille.

Un autre but de la présente invention est de proposer un procédé pour la fabrication de tôles d'acier inoxydable ferritique qui sont comparables ou supérieures aux produits conventionnels, et exempts de défaut tel que le défaut de poudre d'or, ne s'opposant pas à la simplification des deux phases répétées de laminage à froid et de recuit pour obtenir l'épaisseur de calibrage désirée du procédé conventionnel (qui seront désignées ultérieurement par "2CR") à un simple laminage à froid et recuit (qui sera désigné ultérieurement par "1CR").

Le procédé selon la présente invention est caractérisé par le fait qu'un feuillard laminé à chaud d'un acier inoxydable ferritique contenant de l'aluminium est recuit en continu dans un domaine de températures tel que AlN est précipité dans un état dispersé, et de plus, une couche de déplétion de chrome, qui provoque le défaut de poudre d'or n'est pas formée.

L'invention sera mieux comprise si l'on se réfère à la description ci-dessous, ainsi qu'aux dessins en annexe qui en font partie intégrante.

La figure 1 est un diagramme illustrant la relation entre la température H_2 et la valeur $\bar{r}$.

La figure 2 est un diagramme illustrant la relation entre la température H_2 et les pertes de poids par corrosion.

La figure 3 est un diagramme illustrant l'influence de la vitesse moyenne de refroidissement de H_1 à H_2 sur la valeur $\bar{r}$.

La figure 4 est une courbe montrant une vitesse contrôlée de refroidissement de la température H_2 selon la teneur en aluminium.

La figure 5 est une photographie microscopique montrant la structure métallographique d'une tôle d'acier préparée selon le procédé de la présente invention.

Dans le procédé selon la présente invention, un feuillard laminé à chaud d'un acier inoxydable ferritique contenant de l'aluminium, préparé selon une méthode traditionnelle est chauffé à une température de 850 à 1.100 °C, (qui sera désignée ultérieurement par "température H_1 "), où une partie ou sensiblement tout AlN (nitrure d'aluminium) composé de Al et de N, qui est contenu dans l'acier inoxydable ferritique, formé par un procédé de coulée traditionnelle est dissout dans la solution solide. Ensuite le feuillard chauffé est refroidi à une température de

- 4 -

700 à 900 °C, (qui sera désignée ultérieurement par "température H_2 ") et AlN est précipité à l'état dispersé pendant la phase de refroidissement. Dans le but d'éviter ce qui est appelé le défaut de poudre d'or, provoqué par la détérioration locale de la résistance à la corrosion, qui est considéré comme étant dû à une couche de déplétion de chrome générée autour des précipités relativement importants de carbonitru-
5 de chrome présents dans la périphérie des grains, un refroidissement contrôlé est ensuite réalisé en fonction de la teneur en aluminium. Plus particulièrement, si la teneur en aluminium est importante, la
10 quantité précipitée de AlN est importante, et la quantité précipitée de carbonitru- de chrome est ainsi supprimée. Ainsi, dans ce cas, la vitesse de refroidissement peut être faible. Si la teneur en aluminium est faible, l'effet de AlN supprimant la précipitation du carbonitru- de chrome est faible. Ainsi, dans ce cas, une grande vitesse de refroi-
15 dissement est préférée. Pour cette raison, la vitesse de refroidissement est contrôlée dans le domaine montré dans la figure 4, qui sera décrit ultérieurement.

Le feuillard d'acier laminé à chaud est recuit, dans l'état où AlN est précipité dans un état dispersé, est laminé à froid et soumis
20 à un recuit de recristallisation, par lequel un produit comparable ou supérieur aux produits conventionnels, sur le plan des propriétés d'éti- rage intense, des propriétés anti-stries, et sur le plan de la résis- tance à la corrosion est obtenu. La tôle ou le feuillard d'acier inoxy- dable ferritique obtenu selon la présente invention est caractérisé
25 par la combinaison de :

- la composition qui ne comprend pas plus de 0,12 % de carbone, de 15 à 20 % de chrome, plus de 0,025 % d'azote, et de l'aluminium dans une proportion d'au moins deux fois la teneur en azote mais pas plus de 0,4 %, le reste étant composé essentiellement de fer ;
- 30 - l'état final du procédé de laminage à froid suivi par un recuit de recristallisation, et ;
- une microstructure de phase des précipités de nitrure d'aluminium dans un état dispersé, et pas de couche de déplétion de chrome autour des carbonitrures, qui cause le défaut de poudre d'or.
- 35 La phase constituante de la matrice est généralement du ferrite.

Lorsque la température H_1 est inférieure à 850 °C, la quantité de AlN en solution est réduite, et lorsque la température H_1 est supé-
rieure à 1.100 °C, le grossissement des grains de cristaux se produit.

- 5 -

Dans chaque cas, les propriétés d'étirage intense et les autres propriétés des produits finis sont altérées.

Si la température H_2 est supérieure à 900 °C, la précipitation d'AlN devient insuffisante pour éviter la détérioration de l'étirage intense du produit fini. Si la température H_2 est inférieure à 700 °C, des particules relativement importantes de carbonitru de chrome sont susceptibles de précipiter dans la périphérie des grains. Si une telle précipitation de carbonitru a lieu, une couche de dépletion de chrome se forme autour de chacun des précipités, et ainsi, une détérioration locale de la résistance à la corrosion se produit, avec le résultat que ce qui est appelée la poudre d'or a de grandes probabilités d'être générée. La résistance à la corrosion est influencée également par la teneur en aluminium. Ordinairement, une teneur en aluminium plus importante donne une résistance à la corrosion plus importante, mais dans le but de maintenir une meilleure résistance à la corrosion, il est indispensable que la température H_2 soit au moins de 700 °C. Si la température H_1 est inférieure à 900 °C, la température H_2 est bien sûr ajustée à une valeur inférieure à la température H_1 .

Pour précipiter AlN dans un état dispersé pendant le refroidissement depuis la température H_1 à la température H_2 une méthode peut consister à réaliser le refroidissement de manière continue, et une méthode selon laquelle le refroidissement est effectué jusqu'à la température H_2 est suivie par un maintien à la température H_2 .

Si le feuillard est refroidi de manière continue depuis la température H_1 à la température H_2 (de 700 à 900 °C) à une vitesse de refroidissement constante ou variable, la vitesse de refroidissement moyenne doit être inférieure à 15 °C/seconde. Les influences de la vitesse de refroidissement sur les caractéristiques telles que les propriétés d'étirage intense ont une relation étroite avec la teneur en aluminium. Si la vitesse de refroidissement est plus élevée dans un domaine inférieur à 15 °C/seconde, un effet important est obtenu pour une teneur en aluminium plus importante, et l'effet est relativement réduit pour une teneur en aluminium plus faible. Si la vitesse de refroidissement est de 15 °C/seconde ou plus, la précipitation d'aluminium est insuffisante, et les propriétés d'étirage intense du produit sont réduites. Si le refroidissement depuis la température H_1 à la température H_2 est réalisé à une vitesse supérieure à 15 °C/seconde, le feuillard est maintenu à la température H_2 de manière à précipiter AlN dans un état dispersé.

- 6 -

La présente invention va maintenant être décrite en détail en référence aux exemples suivants.

EXEMPLE 1

Des tôles d'acier laminées à chaud préparées selon une méthode de coulée traditionnelle et dans les conditions traditionnelles de laminage à partir de tôles d'acier inoxydable ferritique 17Cr, se différenciant par la teneur en aluminium, tel que cela est montré dans le tableau 1, ont été chauffées à 1.000 °C comme température H_1 , et ensuite refroidies sous contrôle. La vitesse de refroidissement de H_1 à H_2 a été parfois plus élevée dans le domaine des températures supérieures et plus basse dans le domaine des températures inférieures, ou la vitesse de refroidissement a été parfois plus basse dans le domaine des températures supérieures et plus élevée dans le domaine des températures inférieures. Toutefois, la vitesse de refroidissement moyenne calculée à partir de la différence entre H_1 et H_2 , et le temps nécessaire pour ce refroidissement a été adoptée en tant que vitesse de refroidissement.

Les tôles d'acier ainsi traitées ont été décapées et laminées à froid jusqu'à ce que l'épaisseur soit réduite à une épaisseur de 0,7 mm, et ensuite les tôles d'acier ont été soumises à un recuit de recristallisation à 830 °C. Les procédures de laminage à froid ont été du type 1CR, c'est-à-dire que les tôles de 0,7 mm d'épaisseur ont été obtenues par un simple laminage à froid sans recuit de recristallisation intermédiaire, et du type 2CR, c'est-à-dire que, après le recuit de recristallisation intermédiaire d'un feuillard laminé à froid de 2,0 mm d'épaisseur, l'épaisseur de la tôle a été ensuite finalement réduite à 0,7 mm.

TABLEAU 1
Composition chimique des échantillons (% en poids)

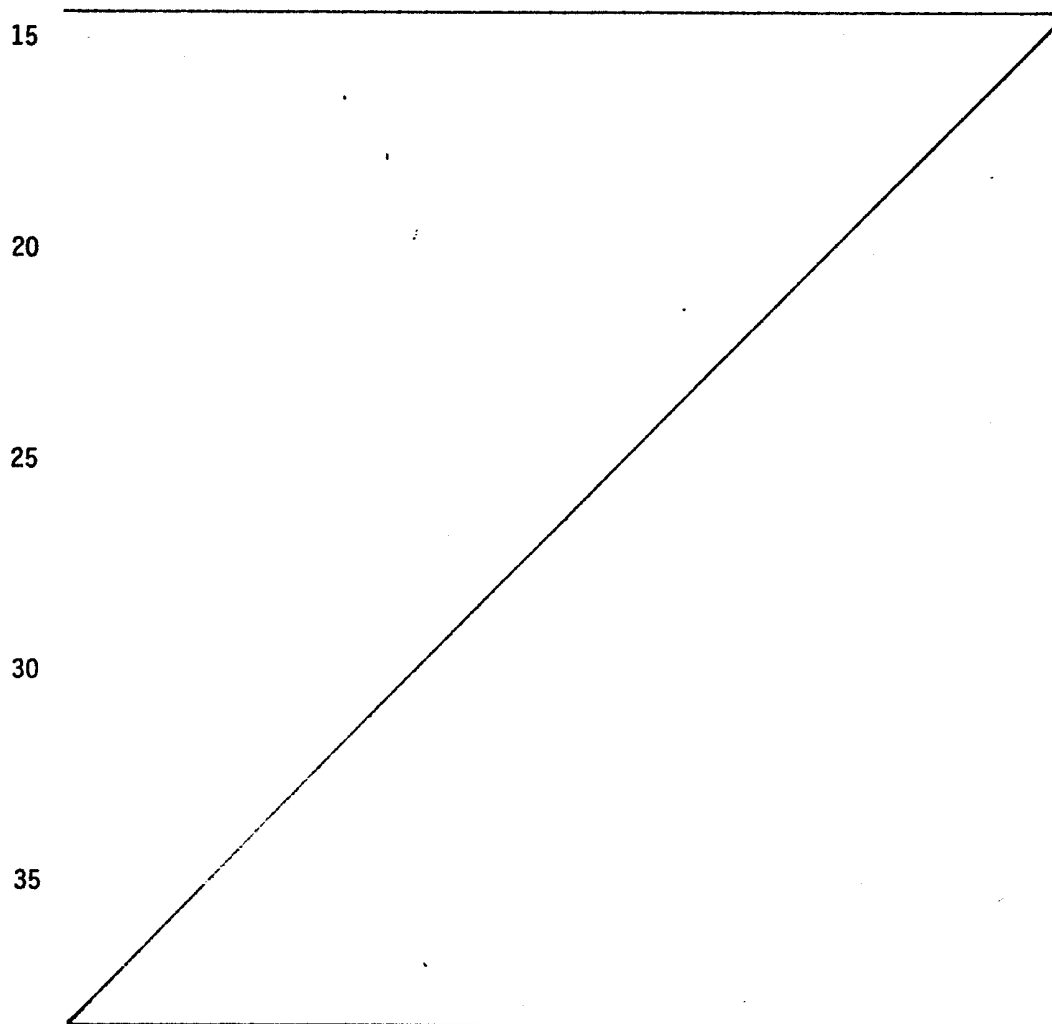
Echantil- lons	E L E M E N T S								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Al	N
A	0,05	0,30	0,21	0,021	0,008	0,21	16,60	0,030	0,0061
B	0,06	0,32	0,25	0,018	0,007	0,18	16,81	0,076	0,0101
C	0,05	0,35	0,21	0,019	0,008	0,19	16,71	0,151	0,0121
D	0,06	0,33	0,25	0,020	0,008	0,21	16,61	0,301	0,0135
E	0,05	0,29	0,21	0,023	0,006	0,18	16,55	0,405	0,0145

En comparaison, des tôles laminées à chaud similaires, recuites

- 7 -

dans les conditions de recuit conventionnelles en vase clos (chauffage à 815 °C et refroidissement dans le four) ont été soumises à un laminage à froid et à un recuit de recristallisation pour réduire l'épaisseur à 0,7 mm.

- 5 Pour chacune des tôles ayant une épaisseur de 0,7 mm, les valeurs r indiquant les propriétés d'étirage intense ont été mesurées et la valeur moyenne $\bar{r} = (r_0 + 2r_{45} + r_{90}) / 4$ a été calculée. De plus, pour chaque tôle, la hauteur des stries a été mesurée. Par ailleurs, r_0 , r_{45} et r_{90} signifient les valeurs de r dans les directions inclinées
- 10 de 0 °, 45 ° et 90 °, respectivement, par rapport à la direction de laminage. Les conditions de refroidissement, les conditions de laminage à froid et les propriétés des tôles obtenues sont montrées dans le tableau 2.



35 30 25 20 15 10 5

TABLEAU 2

Conditions de refroidissement de tôles d'acier laminées à chaud depuis la température H_1 de 1.000°C, conditions de laminage à froid et propriétés des produits

Sorte d'acier	Série Nos.	Echantillons	Al Teneur (%)	H_2 Température (°C)	Vitesse moyenne de refroidissement (°C/sec) de H_1 à H_2	Vitesse de refroidissement (°C/sec) de H_2 à 200°C	Laminage à froid et recuit	Valeur $\bar{r}$	Hauteur des stries (μ)
aciers à faible teneur en Al	1	A	0,030	950	0,5	30	1 CR	1,05	14
	2	"	"	800	"	"	"	1,25	16
	3	B	0,076	800	8,0	"	"	1,20	15
	4	A	0,030	600	2,0	"	"	1,15	14
aciers à forte teneur en Al	5	C	0,151	950	0,5	"	"	1,15	14
	6	"	"	900	0,8	"	"	1,25	16
	7	"	"	800	1,5	"	1, 2 CR	1,25, 1,30	17, 17
	8	D	0,301	700	10,0	"	1 CR	1,25	18
	9	"	"	"	15,0	"	"	1,10	18
	10	E	0,405	"	13,0	"	"	1,20	18
	11	C	0,151	500	1,5	"	"	1,25	17

Remarque : $\bar{r} = 1,2$ et hauteur des stries = 18μ pour un produit conventionnel.

- 9 -

La relation entre la valeur $\bar{r}$ et la température H_2 (la vitesse de refroidissement moyenne de H_1 à H_2 n'étant pas supérieure à 15 °C/seconde) a été déterminée pour obtenir les résultats montrés dans la figure 1. Il est visible que si le refroidissement jusque la température H_2 , qui est supérieure à 900 °C, est réalisé à une vitesse qui n'est pas supérieure à 15 °C/seconde, suivi par un refroidissement rapide, la valeur $\bar{r}$ est rigoureusement réduite avec une augmentation de la température supérieure à 900 °C. Il existe une relation certaine entre la valeur $\bar{r}$ et la teneur en Al, et dans le cas d'acier à forte teneur en Al, une valeur $\bar{r}$ considérablement haute est obtenue même si la température H_2 est inférieure à 700 °C. Des résultats du test de corrosion décrit ci-dessous, toutefois, il est visible que la température H_2 ne doit pas être inférieure à 700 °C. Plus particulièrement, dans le but d'examiner la corrosion intergranulaire due à la précipitation des carbonitrures de chrome à la périphérie des grains, la relation entre la perte de poids par corrosion dans une solution aqueuse d'acide nitrique à 65 %, et la température H_2 a été déterminée pour les échantillons C dans des essais incluant les conditions non indiquées dans le tableau 2. Les résultats sont montrés dans la figure 2. Il est visible que si la température H_2 est inférieure à 700 °C, les pertes de poids par corrosion sont fortement augmentées, et la résistance à la corrosion est détériorée. Pour ces raisons, la température H_2 est ajustée de 700 à 900 °C pour la présente invention.

La dépendance entre les propriétés anti-stries et la température H_2 est faible, et les propriétés anti-stries des produits obtenus à la température H_2 de 700 à 900 °C sont comparables à celles des produits conventionnels.

L'influence de la vitesse moyenne de refroidissement de H_1 à H_2 sur la valeur $\bar{r}$ est montrée dans la figure 3. Il est visible que la vitesse moyenne de refroidissement de H_1 à H_2 doit être inférieure à 15 °C/seconde. La valeur $\bar{r}$ est influencée également par la teneur en aluminium, même si la vitesse de refroidissement moyenne est dans le domaine défini ci-dessus. Plus particulièrement, dans le cas d'une teneur en Al plus importante, une valeur $\bar{r}$ importante est obtenue également à une vitesse de refroidissement élevée, mais dans le cas d'une teneur en Al faible, la valeur $\bar{r}$ tend à décroître si la vitesse de refroidissement est élevée. Ainsi, une vitesse de refroidissement faible, spécialement

- 10 -

inférieure à 10 °C/seconde, est ordinairement préférée.

La vitesse de refroidissement de la température H_2 à une valeur qui n'est pas supérieure à 200 °C est contrôlée en fonction de la teneur en Al. Plus particulièrement, les échantillons se différenciant par la teneur en Al ont été refroidis à différentes vitesses de refroidissement depuis la température H_2 à une valeur qui n'est pas supérieure à 200 °C, et la corrosion intergranulaire par une solution aqueuse d'acide nitrique à 65 % a été examinée de manière à déterminer une vitesse de refroidissement qui provoque une perte de poids par corrosion de 1 g/m².h ou moins, ce qui est pratiquement négligeable. Il a été trouvé que la vitesse de refroidissement doit être dans le domaine situé au-dessus de la courbe montrée dans la figure 4. En effet, dans le cas d'une faible teneur en Al, la vitesse de refroidissement doit être d'au moins environ 10 °C/seconde, mais dans le cas d'une teneur en Al élevée, une faible vitesse de refroidissement doit être adoptée.

La relation entre la vitesse de refroidissement depuis la température H_2 et la teneur en aluminium correspondant à la courbe représentée dans la figure 4 peut être approximée de la manière suivante. Si Y désigne la vitesse de refroidissement depuis la température H_2 et X la teneur en aluminium, Y est supérieur à 0 et Y est supérieur à environ $- 222,2 X + 20$.

Dans l'exemple suivant, des tôles d'acier inoxydable ferritique contenant de l'aluminium ont été traitées selon le procédé de la présente invention, et les produits présentant une structure métallographique, par exemple, tel que cela est montré sur la photographie microscopique de la figure 5 (agrandissement 15.000), ont été obtenus. Tel que cela est visible dans la figure 5, dans le produit traité selon le procédé de la présente invention, le nitrure d'aluminium (AlN) ayant une forme rectangulaire est précipité à l'état dispersé. On croit que des grains recristallisés, ayant une orientation de cristaux pour améliorer la valeur r croissent, pendant la phase de recuit de recristallisation, à cause des précipités dispersés d'AlN dans la tôle laminée à froid. On préfère que la limite inférieure de la quantité d'Al ajoutée soit 2 fois la teneur en N, et tel que cela est visible dans la figure 1, l'effet attendu peut être obtenu si la limite supérieure de la proportion d'Al ajoutée est d'environ 0,4 %.

EXEMPLE 2

Une mise en oeuvre selon laquelle le refroidissement de la

- 11 -

température H_1 à la température H_2 est ajusté à une vitesse qui n'est pas inférieure à 15 °C/seconde, suivi par le maintien à la température H_2 , va être maintenant décrit en détail.

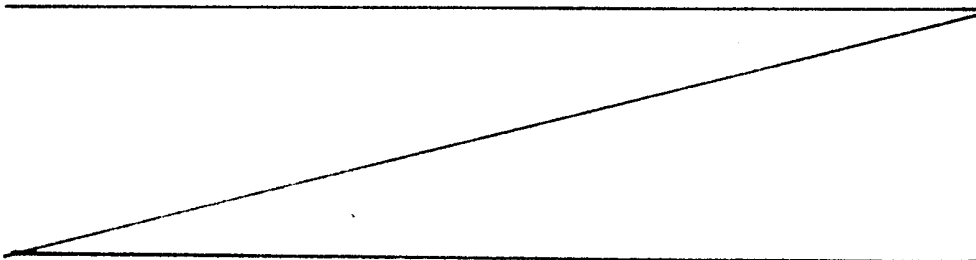
Une tôle laminée à chaud d'un acier inoxydable ferritique contenant de l'aluminium (échantillon F montré dans le tableau 3), ayant une épaisseur de 3,8 mm, a été convoyée au travers d'un appareillage de recuit continu, où la tôle d'acier a été chauffée à 1.000 °C pendant 1 minute et ensuite maintenue à 800 °C pendant 2 minutes, et rapidement refroidie de 800 °C à la température ambiante à une vitesse de refroidissement de 10 °C/seconde. Après ce traitement de chauffage, la tôle d'acier a été décapée et a été ensuite laminée à froid selon une méthode 1CR, sans recuit intermédiaire jusqu'à ce que l'épaisseur soit réduite à 0,7 mm, et un recuit de recristallisation a été réalisé à 830 °C pendant 2 minutes. En comparaison, des tôles laminées à chaud SUS (AISI) 430, ayant une composition ordinaire G montrée dans le tableau 3, qui ont une épaisseur de 3,8 mm, ont été recuites à 815 °C pendant 2 heures sous des conditions de recuit en vase clos traditionnelles, et ensuite laminées à froid jusqu'à 0,7 mm par une méthode 1CR ou une méthode 2CR (un recuit intermédiaire a été réalisé à 830 °C pendant 2 minutes lorsque l'épaisseur était de 2,0 mm). Ensuite, les tôles ont été soumises à un recuit de recristallisation à 830 °C pendant 2 minutes.

TABLEAU 3

Composition chimique des échantillons (%)

Echantillon	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	N
F	0,05	0,3	0,13	0,025	0,007	16,59	0,078	0,012
G	0,06	0,4	0,34	0,029	0,005	16,36	-	0,016

Les propriétés des tôles ainsi obtenues ayant une épaisseur de 0,7 mm sont montrées dans le tableau 4



- 12 -

TABLEAU 4

Caractéristiques de tracteur, valeur $\bar{r}$ et propriétés anti-stries

5

Acier	Etape	Limite de résistance (kg/cm ²)	Résistance à la traction (kg/cm ²)	Allongement %	Valeur $\bar{r}$	Stries (Hmax, μ)
Acier avec addition Al	1CR	33,4	50,2	31,3	1,18	12
SUS 430	1CR	37,1	51,7	28,2	0,93	25
SUS 430	2CR	35,3	50,5	29,5	1,16	15

10

15

La tôle d'acier 1Cr d'acier inoxydable ferritique contenant de l'aluminium traité à chaud selon la présente invention est excellente en comparaison de la tôle 1CR SUS 430 sur le plan des caractéristiques de traction, de la valeur $\bar{r}$ indiquant les propriétés d'étirage intense et de ses propriétés anti-stries. De plus, la tôle 1CR de la présente invention est comparable ou supérieure aux tôles 2CR SUS 430 sur le plan des caractéristiques de traction, de la valeur $\bar{r}$ et des propriétés anti-stries.

20

25

30

Tel que cela ressort clairement de la description de la présente invention ci-dessous, il est possible de produire des tôles ou des feuillards d'acier inoxydable ferritique qui sont comparables ou supérieurs aux produits conventionnels sur le plan des propriétés d'étirage intense, des propriétés anti-stries, et de la résistance à la corrosion. De plus, le recuit de la tôle d'acier laminée à chaud peut être accompli selon une phase de recuit continu de durée courte à la place de la phase de recuit en vase clos conventionnelle qui doit être réalisée pendant un temps long. En plus, en combinant la phase de laminage à froid et la phase de recuit, il peut être possible de produire en continu des tôles d'acier inoxydable ferritique pour l'application d'étirage intense.

35

Ainsi, selon la présente invention, des tôles ou des feuillards d'acier inoxydable ferritique comparables ou supérieurs aux produits conventionnels de 2CR sur le plan des caractéristiques de tension, des propriétés d'étirage intense, et des propriétés anti-stries peuvent être obtenues par une étape 1CR.

REVENDECATIONS

1. Procédé de fabrication d'une tôle ou d'un feuillard d'acier inoxydable ferritique, caractérisé par le fait que l'on chauffe un feuillard d'acier laminé à chaud d'un acier inoxydable ferritique contenant de l'aluminium à une température de 850 à 1.100° C, qui sera désignée ultérieurement par la température H_1 , que l'on précipite ensuite le nitrure d'aluminium, dans un état dispersé, tandis que l'on refroidit le feuillard jusqu'à une température de 700 à 900° C, qui sera désignée ultérieurement par la température H_2 , que l'on continue ensuite le refroidissement jusqu'à une valeur qui n'est pas supérieure à 200° C à une vitesse de refroidissement telle, qu'une couche de déplétion de chrome, qui peut causer le défaut de poudre d'or, n'est pas formée autour du carbonitrure de chrome, et que l'on réalise le laminage à froid et le circuit de recristallisation en combinaison jusqu'à ce que l'épaisseur soit réduite à l'épaisseur de calibrage.
2. Procédé de fabrication d'une tôle ou d'un feuillard d'acier inoxydable ferritique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la vitesse de refroidissement moyenne de la dite température H_1 à la dite température H_2 est inférieure à 15° C/seconde, que l'on refroidit le feuillard à une valeur qui n'est pas supérieure à 200° C à une vitesse de refroidissement contrôlée en relation avec la teneur en aluminium, évitant de ce fait la formation de la dite couche de déplétion de chrome.
3. Procédé de fabrication d'une tôle ou d'un feuillard d'acier inoxydable ferritique selon la revendication 2, caractérisé par le fait que si Y désigne la dite vitesse de refroidissement contrôlée en fonction de la teneur en aluminium désignée par X, Y est supérieur à 0 et est supérieur à environ $- 222,2 X + 20$.
4. Procédé de fabrication d'une tôle ou d'un feuillard d'acier inoxydable ferritique selon les revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait que le laminage à froid est réalisé jusqu'à ce que l'épaisseur de calibrage soit obtenue sans recuit intermédiaire.
5. Procédé de fabrication d'une tôle ou d'un feuillard d'acier inoxydable ferritique, caractérisé par le fait que l'on chauffe un feuillard d'acier laminé à chaud d'un acier inoxydable ferritique contenant de l'aluminium à une température de 850 à 1.100° C, qui sera désignée ultérieurement par la température H_1 , que l'on précipite ensuite le nitrure d'aluminium dans un état dispersé tandis que l'on refroidit le

- 14 -

feuillard à une température de 700 à 900° C, qui sera désignée ultérieurement par température H_2 , à une vitesse de refroidissement qui n'est pas inférieure à 15° C/seconde, ce qui est suivi par un maintien de la dite température H_2 , que l'on poursuit le refroidissement à une valeur qui

- 5 n'est pas supérieure à 200° C à une vitesse de refroidissement contrôlée en fonction de la teneur en aluminium, ce qui fait que la génération de la couche de déplétion de chrome, qui peut être formée autour du carbonitride de chrome, et qui peut causer le défaut de poudre d'or est supprimée, à cause de la précipitation du nitrure d'aluminium, et que
10 l'on réalise un laminage à froid et un recuit de recristallisation en combinaison jusqu'à ce que l'épaisseur soit réduite à l'épaisseur de calibrage.

6. Procédé de production d'une tôle d'acier inoxydable ferritique selon la revendication 5, caractérisé par le fait que si Y désigne
15 la dite vitesse de refroidissement contrôlée en fonction de la teneur en aluminium désignée par X, Y est supérieur à 0 et est supérieur à environ $- 222,2 X + 20$.

7. Procédé de fabrication d'une tôle ou d'un feuillard d'acier inoxydable ferritique selon la revendication 5, caractérisé par le fait
20 que le laminage à froid est réalisé jusqu'à ce que l'épaisseur de calibrage soit obtenue sans recuit intermédiaire.

8. Tôle ou feuillard d'acier inoxydable ferritique laminé à froid et ayant subi un recuit de recristallisation, produite par le procédé selon les revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'il
25 ne comprend pas plus de 0,12 % de carbone, de 15 à 20 % de chrome, plus de 0,025 % d'azote, et de l'aluminium dans une quantité au moins deux fois la teneur en azote, mais de 0,4 % au maximum, le reste consistant essentiellement en du fer, et qu'il présente une microstructure, dans laquelle le nitrure d'aluminium est précipité dans un état dispersé
30 et de plus, une couche de déplétion de chrome, qui provoque le défaut de poudre d'or, n'est pas formée autour du carbonitride.

Fig. 1

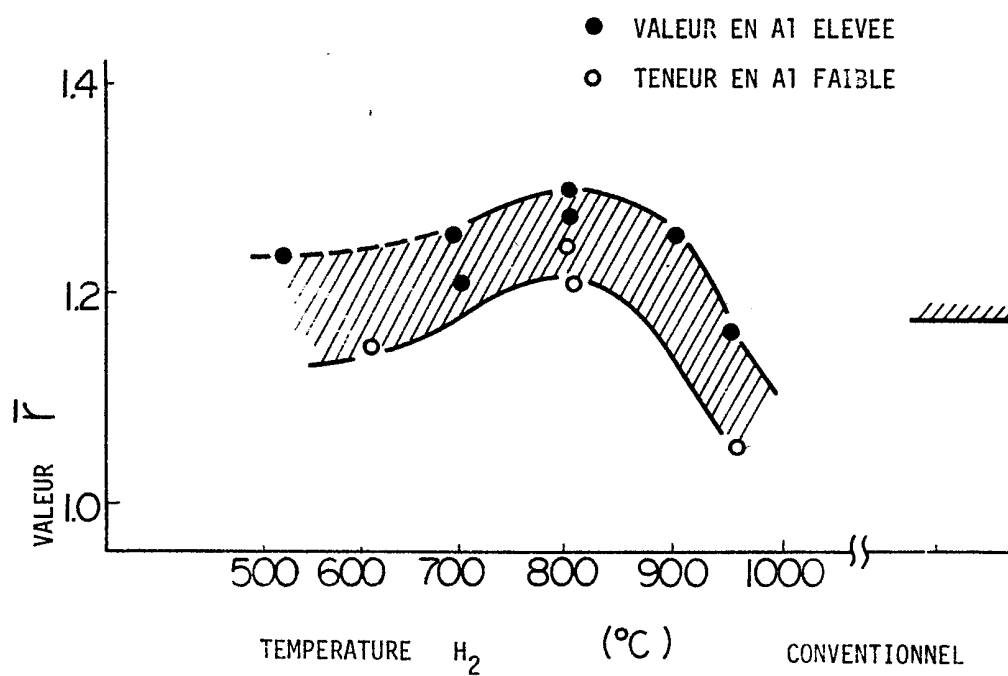


Fig. 2

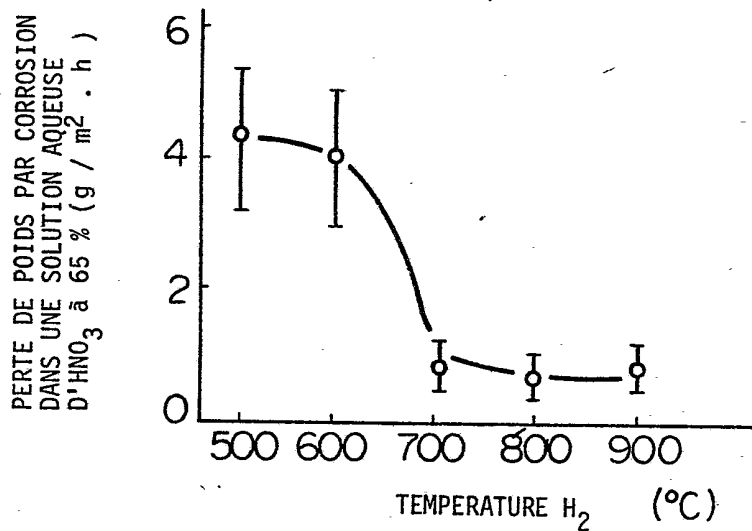


Fig. 3

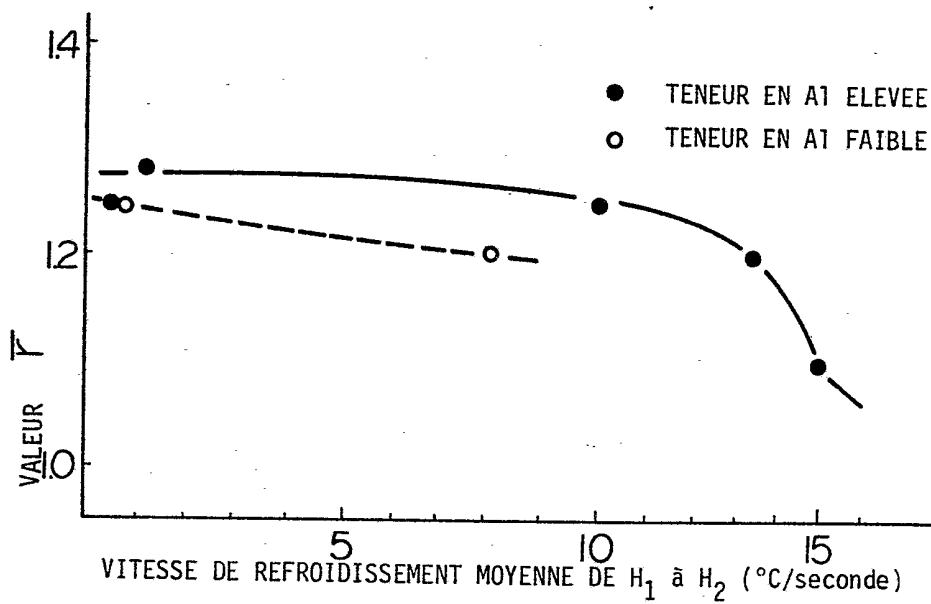


Fig. 4

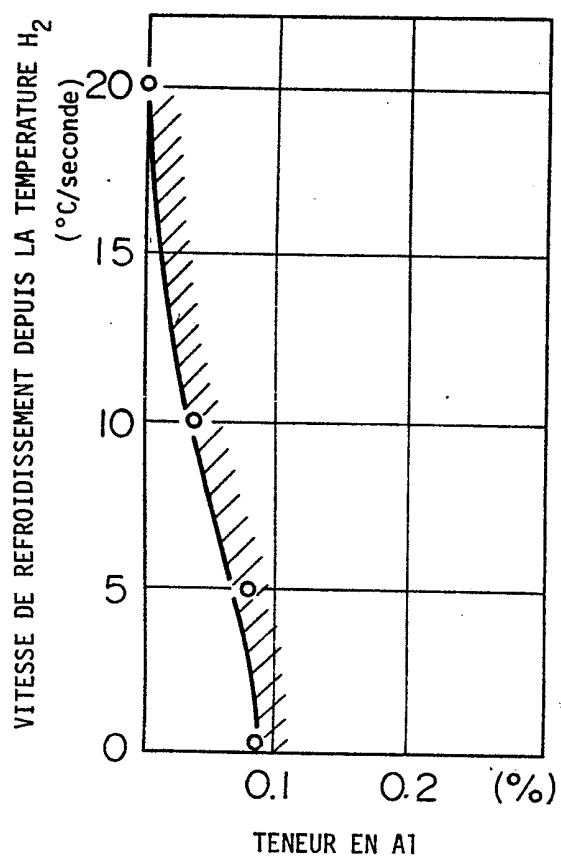


Fig. 5



(X 15000)