



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2001/07/10  
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2002/01/17  
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2002/03/11  
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2001/002214  
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2002/004689  
(30) Priorité/Priority: 2000/07/12 (00/09152) FR

(51) Cl.Int.<sup>7</sup>/Int.Cl.<sup>7</sup> C22C 38/34, C22C 38/22, C21D 8/12,  
C21D 6/00

(71) Demandeur/Applicant:  
UGINE-SAVOIE IMPHY, FR

(72) Inventeurs/Inventors:  
HAVETTE, ETIENNE, FR;  
BOURGIN, CHRISTOPHE, FR;  
POLLET, BENOIT, FR;  
LAMONTANARA, JEAN, IT

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : ACIER INOXYDABLE FERRITIQUE UTILISABLE POUR DES PIECES FERROMAGNETIQUES  
(54) Title: FERRITIC STAINLESS STEEL FOR FERROMAGNETIC PARTS

(57) **Abrégé/Abstract:**

Acier inoxydable ferritique caractérisé en la composition pondérale suivante:  $0\% < C \leq 0,030\%$ ;  $1\% \leq Si \leq 3\%$ ;  $0\% < Mn \leq 0,5\%$ ;  $10\% \leq Cr \leq 13\%$ ;  $0\% < Ni \leq 0,5\%$ ;  $0\% < Mo \leq 3\%$ ;  $N \leq 0,030\%$ ;  $Cu \leq 0,5\%$ ;  $Ti \leq 0,5\%$ ;  $Nb \leq 1\%$ ;  $Ca \geq 1 \cdot 10^{-4}\%$ ;  $O \geq 10 \cdot 10^{-4}\%$ ;  $S \leq 0,030\%$ ;  $P \leq 0,030\%$ ; le reste étant du fer et les impuretés inévitables à l'élaboration de l'acier.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
17 janvier 2002 (17.01.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 02/04689 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :  
**C22C 38/34**, 38/22, C21D 8/12, 6/00

(74) Mandataire : **LAGRANGE, Jacques**; Usinor DIR PI,  
Immeuble "La Pacific", TSA 10001, F-92070 La Défense  
Cedex (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR01/02214

(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CN, CO, CR, CU, CZ, DM,  
DZ, EC, EE, ES, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN,  
IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LV, MA,  
MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, RO, RU,  
SD, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VN, YU, ZA, ZW.

(22) Date de dépôt international : 10 juillet 2001 (10.07.2001)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
00/09152 12 juillet 2000 (12.07.2000) FR

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,  
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien  
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen  
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,  
MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **UGINE-  
SAVOIE IMPHY** [FR/FR]; Avenue Paul Girod, F-73400  
Ugine (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **HAVETTE,  
Etienne** [FR/FR]; 134 Lotissement Les Charmilles, Route  
des Bellons, F-73200 Mercury (FR). **BOURGIN,  
Christophe** [FR/FR]; 59 avenue de la Tarentaise, F-73200  
Albertville (FR). **POLLET, Benoît** [FR/FR]; 24, Avenue  
de Serbie, F-73400 Ugine (FR). **LAMONTANARA, Jean**  
[IT/IT]; Strada Miravalle 19/5, I-10024 Moncalieri (IT).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-  
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et  
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de  
la Gazette du PCT.*

(54) Title: FERRITIC STAINLESS STEEL FOR FERROMAGNETIC PARTS

(54) Titre : ACIER INOXYDABLE FERRITIQUE UTILISABLE POUR DES PIÈCES FERROMAGNETIQUES

(57) Abstract: The invention concerns a ferritic stainless steel with the following weight composition: 0 % < C ≤ 0.030 %; 1 % ≤ Si ≤ 3 %; 0 % < Mn ≤ 0.5 %; 10 % ≤ Cr ≤ 13 %; 0 % < Ni ≤ 0.5 %; 0 % < Mo ≤ 3 %; N ≤ 0.030 %; Cu ≤ 0.5 %; Ti ≤ 0.5 %; Nb ≤ 1 %; Ca ≥ 1 10<sup>-4</sup> %; O ≥ 10 10<sup>-4</sup> %; S ≤ 0.030 %; P ≤ 0.030 %; the rest being iron and unavoidable impurities in the steel preparation.

(57) Abrégé : Acier inoxydable ferritique caractérisé en la composition pondérale suivante: 0% < C ≤ 0,030%; 1% ≤ Si ≤ 3%; 0% < Mn ≤ 0,5%; 10% ≤ Cr ≤ 13%; 0% < Ni ≤ 0,5%; 0% < Mo ≤ 3%; N ≤ 0,030%; Cu ≤ 0,5%; Ti ≤ 0,5%; Nb ≤ 1%; Ca ≥ 1 10<sup>-4</sup>%; O ≥ 10 10<sup>-4</sup>%; S ≤ 0,030%; P ≤ 0,030%; le reste étant du fer et les impuretés inévitables à l'élaboration de l'acier.

**Acier inoxydable ferritique utilisable pour des pièces ferromagnétiques.**

La présente invention concerne un acier inoxydable ferritique utilisable pour des pièces ferromagnétiques.

5 Les aciers inoxydables ferritiques se caractérisent par une composition déterminée, la structure ferritique étant notamment assurée, après laminage et refroidissement de la composition, par un traitement thermique de recuit leur conférant ladite structure.

10 Parmi les grandes familles d'aciers inoxydables ferritiques, définies notamment en fonction de leur teneur en chrome et en carbone, nous citons :

- les aciers inoxydables ferritiques pouvant contenir jusqu'à 0,17% de carbone. Ces aciers, après le refroidissement qui suit leur élaboration, ont une structure biphasée austéno-ferritique. Ils peuvent cependant être transformés en aciers inoxydables ferritiques après recuit malgré  
15 une teneur en carbone relativement élevée.
- les aciers inoxydables ferritiques dont la teneur en chrome est de l'ordre de 11 ou 12 %. Ils sont assez proches des aciers martensitiques contenant 12 % de chrome, mais différents par leur teneur en carbone qui est relativement faible.

20 Lors du laminage des aciers à chaud, la structure de l'acier peut être biphasée, ferritique et austénitique. Si le refroidissement est, par exemple énergique, la structure finale est ferritique et martensitique. S'il est plus lent, l'austénite se décompose partiellement en ferrite et carbures, mais avec une teneur en carbure plus riche que la matrice environnante, l'austénite ayant  
25 solubilisé à chaud plus de carbone que la ferrite. Dans les deux cas, un revenu ou recuit doit donc être pratiqué sur les aciers laminés à chaud et refroidis pour générer une structure totalement ferritique. Le revenu peut se faire à une température d'environ 820°C inférieure à la température Ac1 de transition  $\alpha \rightarrow \gamma$ , ce qui engendre une précipitation de carbures.

30 Dans le domaine des aciers ferritiques destinés à une application utilisant des propriétés magnétiques, la structure ferritique est obtenue en limitant la quantité de carbures, c'est pour cela que les aciers inoxydables

ferritiques, développés dans ce domaine, ont une teneur en carbone inférieure 0,02%.

Il est connu des aciers utilisables pour leurs propriétés magnétiques comme par exemple dans le document US 5 769 974 qui décrit un procédé de fabrication d'un acier ferritique résistant à la corrosion et pouvant réduire la valeur du champ coercitif dudit acier. L'acier utilisé dans le procédé est un acier du type re sulfuré. Le soufre réduit les propriétés de déformation à froid. L'acier obtenu par le procédé est donc difficilement utilisable pour la réalisation de pièces frappées à froid.

Il est connu aussi le brevet US 5 091 024 dans lequel il est présenté des articles magnétiques résistant à la corrosion formée d'un alliage consistant essentiellement en une composition à faible teneur en carbone et faible teneur en silicium, c'est-à-dire respectivement inférieures à 0,03% et 0,5%. Or, dans le domaine magnétique, il est important que l'acier contienne une forte teneur en silicium pour augmenter la résistivité du matériau et réduire les courants de Foucault.

La présente invention a pour but de présenter un acier inoxydable de structure ferritique utilisable pour des pièces magnétiques ayant de hautes propriétés magnétiques et présentant de bonnes propriétés de mise en œuvre en terme de frappe à froid et de bonnes propriétés d'usinabilité.

L'invention a pour objet un acier inoxydable ferritique utilisable pour des pièces ferromagnétiques qui se caractérise en ce qu'il comprend dans sa composition pondérale :

|    |                          |
|----|--------------------------|
|    | $0\% < C \leq 0,030\%$   |
| 25 | $1\% \leq Si \leq 3\%$   |
|    | $0\% < Mn \leq 0,5\%$    |
|    | $10\% \leq Cr \leq 13\%$ |
|    | $0\% < Ni \leq 0,5\%$    |
|    | $0\% < Mo \leq 3\%$      |
| 30 | $N \leq 0,030\%$         |
|    | $Cu \leq 0,5\%$          |
|    | $Ti \leq 0,5\%$          |

3

$$\text{Nb} \leq 1\%$$

$$\text{Ca} \geq 1 \cdot 10^{-4}\%,$$

$$\text{O} \geq 10 \cdot 10^{-4}\%,$$

$$\text{S} \leq 0,030\%,$$

5

$$\text{P} \leq 0,030\%$$

le reste étant du fer et les impuretés inévitables à l'élaboration de l'acier.

Les autres caractéristiques de l'invention sont :

- la composition pondérale comporte en outre du calcium et de l'oxygène de manière que :

10

$$\text{Ca} > 30 \cdot 10^{-4}\%$$

$$\text{O} > 70 \cdot 10^{-4}\%$$

- le rapport entre la teneur en calcium et en oxygène Ca/O étant

$$0,2 \leq \text{Ca/O} \leq 0,6.$$

- l'acier contient des inclusions de silico-aluminale de chaux de type

15

anorthite et/ou pseudo-wollastonite et/ou gehlénite.

- de préférence l'acier comprend dans sa composition pondérale :

$$0\% < \text{C} \leq 0,015\%$$

$$1\% \leq \text{Si} \leq 3\%$$

$$0 \leq \text{Mn} \leq 0,4\%$$

20

$$10\% \leq \text{Cr} \leq 13\%$$

$$0\% < \text{Ni} \leq 0,2\%$$

$$0,2\% \leq \text{Mo} \leq 2\%$$

$$\text{N} \leq 0,015\%$$

$$\text{Cu} \leq 0,2\%$$

25

$$\text{Ti} \leq 0,2\%$$

$$\text{Nb} \leq 1\%$$

$$\text{Ca} \geq 30 \cdot 10^{-4}\%$$

$$\text{O} \geq 70 \cdot 10^{-4}\%$$

$$\text{S} \leq 0,003\%$$

30

$$\text{P} \leq 0,030\%$$

le reste étant du fer et les impuretés inévitables à l'élaboration de l'acier.

4

- de préférence l'acier comprend dans sa composition pondérale :

|    |                              |
|----|------------------------------|
|    | $0\% < C \leq 0.015\%$       |
|    | $1\% \leq Si \leq 3\%$       |
|    | $0 \leq Mn \leq 0,4\%$       |
| 5  | $10\% \leq Cr \leq 13\%$     |
|    | $0\% < Ni \leq 0,2\%$        |
|    | $0,2\% \leq Mo \leq 2\%$     |
|    | $N \leq 0,015\%$             |
|    | $Cu \leq 0,2\%$              |
| 10 | $Ti \leq 0,2\%$              |
|    | $Nb \leq 1\%$                |
|    | $Ca \geq 30 \cdot 10^{-4}\%$ |
|    | $O \geq 70 \cdot 10^{-4}\%$  |
|    | $0,015 \leq S \leq 0,03\%$   |
| 15 | $P \leq 0,030\%$             |

le reste étant du fer et les impuretés inévitables à l'élaboration de l'acier.

L'invention concerne également un procédé d'élaboration d'un acier ferritique caractérisé en ce que la composition pondérale est soumise, après laminage à chaud et refroidissement, à un traitement thermique de recuit puis à une modification de section du type tréfilage ou étirage.

L'acier tréfilé ou étiré peut être ultérieurement soumis à un recuit complémentaire de recristallisation pour parfaire les propriétés magnétiques de la pièce.

La description qui suit et la figure unique, le tout donné à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre l'invention.

La figure unique présente un diagramme ternaire donnant la composition générale des inclusions d'aluminosilicates de chaux.

L'invention concerne un acier de composition générale suivante :

|    |                          |
|----|--------------------------|
|    | $0\% < C \leq 0,030\%$   |
|    | $1\% \leq Si \leq 3\%$   |
|    | $0\% < Mn \leq 0,5\%$    |
| 25 | $10\% \leq Cr \leq 13\%$ |

|    |                                    |
|----|------------------------------------|
|    | 5                                  |
|    | $0\% < \text{Ni} \leq 0,5\%$       |
|    | $0\% < \text{Mo} \leq 3\%$         |
|    | $\text{N} \leq 0,030\%$            |
|    | $\text{Cu} \leq 0,5\%$             |
| 5  | $\text{Ti} \leq 0,5\%$             |
|    | $\text{Nb} \leq 1\%$               |
|    | $\text{Ca} \geq 1 \cdot 10^{-4}\%$ |
|    | $\text{O} \geq 10 \cdot 10^{-4}\%$ |
|    | $\text{S} \leq 0,030\%$            |
| 10 | $\text{P} \leq 0,030\%$            |

le reste étant du fer et les impuretés inévitables à l'élaboration de l'acier.

Du point de vue métallurgique, certains éléments contenus dans la composition d'un acier favorisent l'apparition de la phase ferritique de structure cubique centrée. Ces éléments sont dits alpha-gènes. Parmi ceux-ci figurent notamment le chrome et le molybdène. D'autres éléments dits gamma-gènes favorisent l'apparition de la phase gamma-austénitique de structure cubique à faces centrées. Parmi ces éléments figurent le nickel ainsi que le carbone et l'azote. Il est donc nécessaire de réduire la teneur de ces éléments et c'est pour ces raisons que l'acier selon l'invention comporte dans sa composition moins de 0,030% de carbone, moins de 0,5% de nickel, moins de 0,030% d'azote.

Le carbone est néfaste pour la frappe, la corrosion et l'usinabilité. De manière générale, dans le domaine des propriétés magnétiques, les précipités doivent être réduits car ils constituent des obstacles aux mouvements des parois de Bloch.

Concernant les autres éléments de la composition, le nickel, le manganèse, le cuivre dans la composition, due à l'élaboration industrielle de l'acier ne sont que des éléments résiduels qu'on cherche à réduire et même à éliminer.

Le titane et ou le niobium forment des composés dont le carbure de titane et ou de niobium, ce qui évite la formation de carbures et de nitrures de

chrome. Ils favorisent, de ce fait la tenue à la corrosion et notamment la tenue en corrosion des soudures.

Le soufre est limité de façon à optimiser le comportement de l'acier dans le domaine de la frappe à froid et à optimiser les propriétés magnétiques.

5 Le silicium est nécessaire pour augmenter la résistivité de l'acier afin de réduire les courants de Foucault, et est favorable pour la tenue à la corrosion.

Les aciers selon l'invention peuvent également contenir de 0,2% à 3% de molybdène, élément améliorant la résistance à la corrosion et favorisant la formation de la ferrite.

10 Dans le domaine de leur utilisation, les aciers inoxydables ferritiques posent des problèmes d'usinabilité.

En effet, un gros inconvénient des aciers ferritiques est la mauvaise conformation du copeau. Ils produisent des copeaux longs et enchevêtrés, qui sont très difficiles à fragmenter. Cet inconvénient peut devenir très pénalisant  
15 dans des modes d'usinages où le copeau est confiné, comme par exemple dans le perçage profond, le tronçonnage.

Une solution apportée pour pallier les problèmes d'usinage des aciers ferritiques est d'introduire du soufre dans leur composition ou des éléments du type plomb, tellure, sélénium qui nuisent soit aux propriétés mécaniques  
20 de déformation à froid de résistance à la corrosion, soit aux propriétés magnétiques. Lesdits aciers ferritiques contiennent habituellement des inclusions dures de type chromite (Cr Mn, Al Ti)O, alumine (AlMg)O, silicate (SiMn)O, abrasives pour les outils de coupe.

Selon l'invention, l'acier inoxydable ferritique peut contenir en outre dans  
25 sa composition en poids plus de  $30 \cdot 10^{-4}\%$  calcium et plus de  $70 \cdot 10^{-4}\%$  d'oxygène.

L'introduction de façon contrôlée et volontaire de calcium et d'oxygène vérifiant la relation  $0,2 \leq \text{Ca/O} \leq 0,6$  favorise dans l'acier ferritique, la formation d'oxydes malléables du type silicoaluminates de chaux comme  
30 présenté sur la figure 1 qui est un diagramme ternaire  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ;  $\text{SiO}_2$  ;  $\text{CaO}$ , les oxydes malléables étant choisis dans la zone du point triple anorthite, gehlenite, pseudo-wollastonite.

La présence de calcium et oxygène réduit de façon conséquente la formation des inclusions dures et abrasives de type chromite, alumine, silicate. Par contre, la formation des inclusions de silicoaluminates de chaux favorise le fractionnement des copeaux et améliore la durée de vie des outils  
5 de coupe.

On a constaté que l'introduction d'oxydes à base de calcium dans un acier de structure ferritique, en remplacement des oxydes durs existants, ne modifie que très peu les autres caractéristiques de l'acier ferritique dans le domaine de la déformation à chaud, de la frappe à froid, la résistance à la  
10 corrosion et propriétés magnétiques.

Il s'est avéré qu'un acier de structure ferritique selon l'invention, ne contenant pas ou très peu de soufre, a un usinage assurant son utilisation industrielle en décolletage, tout en présentant une résistance accrue à la corrosion.

15 La présence d'oxydes dits malléables dans un acier ferritique, entraîne des avantages dans le domaine du tréfilage et étirage.

En effet, les oxydes malléables sont susceptibles de se déformer dans le sens du laminage, alors que les oxydes durs qu'ils remplacent restent en forme de grains.

20 Dans le domaine du tréfilage de fils d'acier ferritique de faible diamètre, les inclusions choisies selon l'invention réduisent de manière conséquente le taux de casse du fil tréfilé.

Dans un autre domaine d'application, par exemple dans des opérations de polissage, les inclusions dures s'incrusteront dans l'acier ferritique et  
25 provoquent des sillons en surface.

L'acier ferritique, selon l'invention comportant des inclusions malléables, peut être poli avec beaucoup plus d'aisance pour l'obtention d'un état de surface poli amélioré.

L'acier est élaboré par fusion électrique puis coulé en continu pour  
30 former des blooms.

Les blooms sont ensuite soumis à un laminage à chaud pour la formation, par exemple de fil machine ou de barres.

Un recuit est nécessaire pour assurer les opérations de transformation à froid du produit par exemple tréfilage et étirage.

L'acier est soumis à un recuit complémentaire de recristallisation pour restaurer et parfaire les propriétés magnétiques.

5 Suit alors un traitement de surface.

Dans un exemple d'application, il a été élaboré deux aciers selon l'invention référencés acier 1 et acier 2, ainsi que deux aciers de référence A et B dont les compositions sont représentées dans le tableau 1 suivant :

Tableau 1 :

| %       | C     | Cr   | Si   | Mo   | Mn   | P     | N     | S     | Ni    | Cu   | Ti    | Nb    | Ca     | O     |
|---------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|
| Acier 1 | 0,010 | 12,2 | 1,58 | 0,48 | 0,25 | 0,011 | 0,009 | 0,001 | 0,135 | 0,04 | 0,002 | 0,002 | 0,0048 | 0,009 |
| Acier 2 | 0,011 | 11,9 | 1,47 | 0,49 | 0,22 | 0,015 | 0,007 | 0,029 | 0,126 | 0,06 | 0,003 | 0,002 | 0,0062 | 0,012 |
| Ref A   | 0.015 | 17.4 | 1.25 | 0.35 | 0.5  | 0.02  | 0.02  | 0.28  | 0.3   | 0.1  | 0.003 | 0.002 | 0.002  | 0.006 |
| Ref B   | 0.016 | 17.5 | 1.37 | 1.53 | 0.38 | 0.018 | 0.017 | 0.277 | 0.29  | 0.06 | 0.003 | 0.003 | 0.0017 | 0.007 |

10

Ces aciers ont été transformés en barres de diamètre 10 mm selon le procédé suivant :

- un laminage à chaud de rond de 11 mm,
- un recuit,
- 15 - un étirage en diamètre de 10 mm,
- un recuit final,
- un dressage et une rectification,

puis ils ont été caractérisés en propriétés magnétiques en usinabilité, en frappe à froid et en corrosion.

20 Les aciers selon l'invention ont de meilleures caractéristiques magnétiques que les aciers de référence, comme présenté sur le tableau 2 suivant.

Tableau 2.

| Acier   | Hc(A/m) Champ coercitif |
|---------|-------------------------|
| Acier 1 | 109                     |
| Acier 2 | 115                     |
| Ref A   | 184                     |
| Ref B   | 177                     |

Ces caractéristiques sont dues à une faible teneur en éléments d'addition en particulier une teneur en chrome d'environ 12%.

L'acier 2 se comporte très bien dans le domaine de l'usinage par décolletage, malgré une teneur limitée en soufre. Cela s'explique par la  
5 présence de calcium et d'oxygène.

L'acier 1 présente une très bonne aptitude à la frappe à froid, en raison de sa faible teneur en soufre. Sur des pièces préalablement frappées, l'usinage de finition par décolletage s'effectue de manière correcte, sans problème particulier.

10 Les aciers 1 et 2 se comportent très bien dans le domaine de la corrosion, malgré leur faible teneur en chrome, comme on peut le remarquer sur le tableau 3 suivant. Cela est du pour l'acier 1 à une faible teneur en soufre et pour l'acier 2 à une teneur limitée en soufre associé à une faible teneur en manganèse.

15 Tableau 3.

|         | Potentiel de piqure dans<br>NaCl 0.02M à 23°C | I corrosion dans H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 2M<br>à 23°C |
|---------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Acier 1 | 220 mV / ECS                                  | 10 mA/cm <sup>2</sup>                                        |
| Acier 2 | 215 mV / ECS                                  | 11 mA/cm <sup>2</sup>                                        |
| Réf A   | 205 mV / ECS                                  | 24 mA/cm <sup>2</sup>                                        |
| Réf B   | 330 mV / ECS                                  | 6 mA/cm <sup>2</sup>                                         |

L'acier selon l'invention est utilisable particulièrement pour la fabrication de pièce ferromagnétique comme par exemple, des pièces d'électrovannes, d'injecteur pour système d'injection directe d'essence, de fermetures  
20 centralisées de porte dans le domaine de l'automobile ou toute application nécessitant des pièces du type noyau magnétique ou inducteur. Sous la forme de feuille, il peut être utilisé dans des transformateurs de courant ou des blindages magnétiques.

10  
REVENDICATIONS

1. Acier inoxydable ferritique utilisable pour des pièces ferromagnétiques caractérisé en ce qu'il comprend dans sa composition pondérale :

- 5                                       $0\% < C \leq 0,030\%$   
                                           $1\% \leq Si \leq 3\%$   
                                           $0\% < Mn \leq 0,5\%$   
                                           $10\% \leq Cr \leq 13\%$   
                                           $0\% < Ni \leq 0,5\%$   
 10                                      $0\% < Mo \leq 3\%$   
                                           $N \leq 0,030\%$   
                                           $Cu \leq 0,5\%$   
                                           $Ti \leq 0,5\%$   
                                           $Nb \leq 1\%$   
 15                                      $Ca \geq 1 \cdot 10^{-4}\%$   
                                           $O \geq 10 \cdot 10^{-4}\%$   
                                           $S \leq 0,030\%$   
                                           $P \leq 0,030\%$

le reste étant du fer et les impuretés inévitables à l'élaboration de l'acier.

20

2. Acier selon la revendication 1 caractérisé en ce que la composition pondérale comporte en outre du calcium et de l'oxygène de manière que :

$$Ca > 30 \cdot 10^{-4}\%$$

$$O > 70 \cdot 10^{-4}\%$$

25

3. Acier selon la revendication 1 caractérisé en ce que le rapport entre la teneur en calcium et en oxygène Ca/O est :

$$0,2 \leq Ca/O \leq 0,6$$

30

4. Acier selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il contient des inclusions de silico-aluminale de chaux de type anorthite et/ou pseudo-wollastonite et/ou gehlénite.

5. Acier selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comprend dans sa composition pondérale :

|    |                              |
|----|------------------------------|
|    | $C \leq 0,012\%$             |
| 5  | $1\% \leq Si \leq 3\%$       |
|    | $0 \leq Mn \leq 0,4\%$       |
|    | $10\% \leq Cr \leq 13\%$     |
|    | $0\% \leq Ni \leq 0,2\%$     |
|    | $0,2\% \leq Mo \leq 2\%$     |
| 10 | $N \leq 0,015\%$             |
|    | $Cu \leq 0,2\%$              |
|    | $Ti \leq 0,2\%$              |
|    | $Nb \leq 1\%$                |
|    | $Ca \geq 30 \cdot 10^{-4}\%$ |
| 15 | $O \geq 70 \cdot 10^{-4}\%$  |
|    | $S \leq 0,003\%$             |
|    | $P \leq 0,030\%$             |

le reste étant du fer et les impuretés inévitables à l'élaboration.

20 6. Acier selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comprend dans sa composition pondérale :

|    |                              |
|----|------------------------------|
|    | $0\% < C \leq 0,012\%$       |
|    | $1\% \leq Si \leq 3\%$       |
|    | $0 \leq Mn \leq 0,4\%$       |
| 25 | $10\% \leq Cr \leq 13\%$     |
|    | $0\% < Ni \leq 0,2\%$        |
|    | $0,2\% \leq Mo \leq 2\%$     |
|    | $N \leq 0,015\%$             |
|    | $Cu \leq 0,2\%$              |
| 30 | $Ti \leq 0,2\%$              |
|    | $Nb \leq 1\%$                |
|    | $Ca \geq 30 \cdot 10^{-4}\%$ |

$$\begin{aligned} &12 \\ &O \geq 70 \cdot 10^{-4}\% \\ &0,015 \leq S \leq 0,03\% \\ &P \leq 0,030\% \end{aligned}$$

le reste étant du fer et les impuretés inévitables à l'élaboration de l'acier.

5

7. Procédé d'élaboration d'un acier ferritique selon l'une des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que l'acier est soumis, après laminage à chaud et refroidissement, à un traitement thermique de recuit puis à une modification de section du type tréfilage ou étirage.

10

8. Procédé selon la revendication 6 caractérisé en ce que l'acier tréfilé ou étiré peut être ultérieurement soumis à un recuit complémentaire de recristallisation pour parfaire les propriétés magnétiques de la pièce.