

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 784 100 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
28.03.2001 Bulletin 2001/13

(51) Int Cl.7: **C22C 38/10**

(21) Numéro de dépôt: **97400024.2**

(22) Date de dépôt: **08.01.1997**

(54) **Alliage fer-cobalt, procédé de fabrication d'une bande en alliage fercobalt et bande obtenue**

Eisen-Kobalt Legierung, Herstellungsverfahren für Band aus dieser Legierung, und die Erzeugnisse dieses Verfahren

Iron-cobalt alloy, manufacturing process for strips made from iron-cobalt alloy and product obtained

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU NL
PT SE**

(30) Priorité: **11.01.1996 FR 9600232**

(43) Date de publication de la demande:
16.07.1997 Bulletin 1997/29

(73) Titulaire: **IMPHY UGINE PRECISION
92800 Puteaux (FR)**

(72) Inventeur: **Couderchon, Georges
58160 - Sauvigny les Bois (FR)**

(74) Mandataire: **Ventavoli, Roger et al
TECHMETAL PROMOTION (Groupe USINOR),
Immeuble " La Pacific "
11/13 Cours Valmy
La Défense 7,
TSA 10001
92070 Paris La Défense Cédex (FR)**

(56) Documents cités:
DE-C- 705 516

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 042 (C-1020), 26 Janvier 1993 & JP 04 259355 A (HITACHI METAL PRECISION LTD.), 14 Septembre 1992,**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 14, no. 228 (M-973), 15 Mai 1990 & JP 02 057608 A (KAWASAKI STEEL CORP.), 27 Février 1990,**

EP 0 784 100 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un alliage Fer-Cobalt pour la fabrication de circuits magnétiques pour machines électrotechniques.

[0002] les machines électrotechniques telles que les moteurs électriques, les transformateurs ou les relais comportent des circuits magnétiques constitués d'empilages de pièces découpées dans des bandes en alliage dont les propriétés magnétiques sont adaptées. Ces propriétés doivent être d'autant meilleures que les machines sont à forte énergie spécifique, ce qui est le cas, par exemple, pour les machines embarquées sur des véhicules tels que des avions ou des trains à grande vitesse. En effet, pour ces applications il est nécessaire de réduire au maximum le poids des équipements, ce qui passe par une augmentation de l'énergie spécifique, c'est à dire de la puissance par unité de masse.

[0003] Les circuits magnétiques des machines à forte énergie spécifique sont souvent fabriqués en alliage Fer-Cobalt dont la composition chimique comprend, en poids, environ 50 % de cobalt et 2% de vanadium, le reste étant du fer et des impuretés. Mais ces alliages ont plusieurs inconvénients parce qu'ils présentent tous une transformation de phase α / γ qui limite très notablement les possibilités d'action sur les propriétés magnétiques par traitement thermique. De plus, ces alliages ont, en général, une résistivité électrique trop faible et sont trop coûteux.

[0004] Il a été proposé, notamment dans DE - C - 705 516 d'utiliser des alliages fer-cobalt-silicium contenant de 2 % à 18 % de cobalt et de 1 % à 6 % de silicium. Cependant, ces alliages n'apportent pas une solution satisfaisante au problème énoncé ci-dessus. En effet, pour obtenir des propriétés magnétiques satisfaisantes, il est nécessaire que l'alliage contienne plus de 3 % de silicium, il devient alors très fragile et ne peut plus être laminé à froid dans des conditions satisfaisantes, on ne peut donc plus obtenir les faibles épaisseurs souhaitables pour réduire les pertes par courants de Foucault dans les circuits magnétiques.

[0005] Le but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients en proposant un alliage du type Fer-Cobalt ayant des propriétés magnétiques proches de celles des alliages connus, mais avec une teneur en cobalt plus faible, de façon à être moins coûteux que les alliages existants, et pouvant être laminé à froid.

[0006] A cet effet, l'invention a pour objet un alliage Fer-Cobalt dont la composition chimique comprend en poids:

$$5 \% \leq \text{Co} \leq 40 \%$$

$$0 \% \leq \text{Si} \leq 4 \%$$

$$0,2 \% \leq \text{Al} \leq 5 \%$$

$$0,5 \% \leq \text{Si} + \text{Al} \leq 5 \%$$

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

[0007] Les impuretés résultant de l'élaboration peuvent être, notamment, des éléments tels que le chrome, le titane, le germanium, le vanadium et le molybdène, et des éléments tels que le carbone, l'oxygène, l'azote, le soufre et le phosphore.

[0008] De préférence, les impuretés résultant de l'élaboration que sont le carbone, l'oxygène, l'azote, le soufre et le phosphore, ont des teneurs inférieures aux valeurs suivantes:

$$\text{C} \leq 0,03 \%$$

$$\text{O} \leq 0,005 \%$$

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

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

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

et la somme des teneurs en chrome, titane, germanium, vanadium et molybdène doit être inférieure à 0,5%.

[0009] De préférence également, la composition chimique vérifie une ou plusieurs des relations suivantes: $10 \% \leq \text{Co} \leq 35 \%$, $\text{Si} \geq 2,5 \%$ ou $\text{Al} \geq 1,5 \%$ ou $\text{Si} + \text{Al} \geq 1,5\%$.

[0010] L'invention concerne également un procédé de fabrication d'une bande en un alliage conforme à l'invention selon lequel:

- on élabore l'alliage soit sous vide soit au four à arc suivi d'une opération de métallurgie en poche et, éventuellement, après une première solidification, on le refond sous vide ou sous laitier électroconducteur pour obtenir un demi produit,
- on lamine à chaud le demi-produit pour obtenir une bande à chaud dont l'épaisseur est comprise entre 1 et 6 mm,
- on décape la bande à chaud et on la lamine après l'avoir éventuellement réchauffée entre 200°C et 600°C pour obtenir une bande à froid d'épaisseur comprise entre 0,05 mm et 0,5 mm,
- on effectue un traitement thermique entre 850 °C et 1200 °C pendant 1 à 10 heures et un revêtement par une

couche électriquement isolante.

[0011] Le revêtement par une couche isolante peut être obtenu en recouvrant la bande, soit, après le traitement thermique, d'au moins une couche de vernis minéral ou organique, soit, avant le traitement thermique, d'au moins une

[0012] Lorsque la teneur en silicium de l'alliage est supérieure à 2 %, le revêtement par une couche isolante peut être obtenu en appliquant sur la bande un lait de magnésie, avant le traitement thermique.

[0013] L'invention concerne, enfin, une bande en un alliage selon l'invention, revêtue d'au moins une couche électriquement isolante, ayant de préférence une texture cubique (100) [001] ou une texture (110) [001], ainsi que son utilisation pour la fabrication d'un circuit magnétique d'une machine électrotechnique.

[0014] L'invention va maintenant être décrite de façon plus précise, mais non limitative.

[0015] Les inventeurs ont constaté de façon nouvelle qu'en ajoutant de l'aluminium à un alliage Fer-Cobalt contenant éventuellement du silicium, on augmentait sensiblement la résistivité de l'alliage sans trop baisser l'aimantation à saturation, et, qu'en choisissant convenablement la teneur en cet élément en tenant compte de l'éventuelle teneur en silicium, on pouvait faire disparaître la transformation de phase α/γ tout en obtenant un matériau suffisamment ductile pour être apte au laminage à froid. Cela permet d'obtenir une bande dont les propriétés magnétiques peuvent être améliorées par un traitement thermique et par l'obtention d'une texture favorable.

[0016] Outre le fer et les impuretés résultant de l'élaboration, la composition chimique de l'alliage selon l'invention comprend en poids:

- de 5 % à 40 % et de préférence de 10 % à 35 % de cobalt qui est le seul élément connu améliorant l'aimantation à saturation du fer; le cobalt étant un élément très coûteux sa teneur est ajustée, pour chaque application particulière, à la teneur juste nécessaire pour obtenir les caractéristiques magnétiques souhaitées pour l'application;
- de 0,2 % à 5 % d'aluminium et de 0 % à 5 % de silicium pour réduire l'étendue du domaine d'existence de la phase γ ; l'aluminium présente l'avantage supplémentaire d'augmenter la résistivité électrique et de ne pas détériorer la ductilité à froid; le silicium qui réduit également le domaine d'existence de la phase γ , présente cependant l'inconvénient de rendre difficile les opérations de laminage à froid; de préférence, soit la teneur en aluminium est supérieure ou égale à 1,5 %, soit la teneur en silicium est supérieure ou égale à 2,5 %, soit la somme des teneurs en silicium et aluminium est supérieure ou égale à 1,5 %, car au delà de ces valeurs, la phase γ n'existe plus, ce qui permet des traitements thermiques à haute température pour faire grossir le grain et développer une texture favorable, et ainsi, améliorer les propriétés magnétiques;

[0017] Les impuretés résultant de l'élaboration sont, notamment, des éléments tels que le chrome, le titane, le germanium, le vanadium et le molybdène qui peuvent être tolérées à condition que la somme de leurs teneurs reste inférieure à 0,5 %. Les impuretés sont également des éléments tels que le carbone, l'oxygène, l'azote, le soufre et le phosphore dont les teneurs doivent être le plus faible possible et, de préférence, telles que : C $\leq$ 0,03 %, O $\leq$ 0,005 %, N $\leq$ 0,003 %, S $\leq$ 0,003 %, P $\leq$ 0,003 %.

[0018] Afin d'obtenir un niveau de pureté suffisant, l'alliage peut être élaboré au four sous vide ou au four à arc suivi d'un traitement en poche sous vide puis coulé sous forme d'un demi produit. Avantageusement, l'alliage peut être refondu sous vide ou sous laitier électroconducteur. Dans ce cas, après l'élaboration sous vide ou après l'opération de traitement en poche sous vide, l'alliage est coulé sous forme d'une électrode de refusion qui est refondue sous vide ou sous laitier électroconducteur pour obtenir le demi produit.

[0019] Le demi produit est enfourné encore chaud dans un four de réchauffage pour être porté à la température de laminage, puis laminé à chaud pour obtenir une bande à chaud d'épaisseur comprise entre environ 1 mm et environ 6 mm. La bande à chaud est alors décapée puis, éventuellement, dégourdie par chauffage entre 200°C et 600°C et enfin, laminée à froid (ou à tiède lorsque la bande est dégourdie) en plusieurs passes avec, éventuellement des recuits intermédiaires entre 700°C et 1100°C, pour obtenir une bande à froid d'épaisseur comprise, en général, entre 0,05 mm et 0,5 mm.

[0020] Dans certains cas, la succession de laminages à froid et de recuits intermédiaires permet d'obtenir une texture cubique (100) [001] ou une texture (110) [001] très favorables à l'obtention de bonnes propriétés magnétiques. Afin d'éviter l'oxydation de l'aluminium ou de silicium, les recuits intermédiaires doivent, de préférence, être faits sous atmosphère d'hydrogène pur et sec.

[0021] La bande à froid est ensuite soumise à un traitement thermique par chauffage et maintien en température entre 850°C et 1200°C pendant un temps compris entre 1 heure et 10 heures et revêtue d'au moins une couche isolante électriquement. Le traitement thermique qui est fait sous atmosphère d'hydrogène pur et sec permet de faire grossir le grain ce qui améliore les propriétés magnétiques.

[0022] Au moins une couche électriquement isolante peut être constituée d'un vernis minéral ou organique déposé après le traitement thermique, ou de méthylate de magnésium déposé avant le traitement thermique.

EP 0 784 100 B1

[0023] Lorsque la teneur en silicium de l'alliage est suffisante, c'est à dire supérieure à 2%, au moins une couche électriquement isolante peut être obtenue en appliquant sur la bande, avant le traitement thermique, un lait de magnésie. Pendant le traitement thermique, le silicium situé en surface de la bande réagit avec la magnésie pour former un verre isolant.

[0024] Les bandes ainsi obtenues peuvent être découpées pour obtenir des pièces qui, après empilage, forment des circuits magnétiques pour des transformateurs, des moteurs électriques, des relais ou pour tout autre machine électrotechnique.

[0025] Ces bandes ont un champ coercitif faible ($H_c < 0,55 \text{ Oe}$; $1 \text{ Oe} = 79,577 \text{ A/m}$) et une résistivité électrique élevée ($\rho > 33 \mu\Omega\cdot\text{cm}$), ce qui les rend particulièrement aptes à la fabrication de circuits magnétiques pour des machines électrotechniques à forte énergie spécifique destinées notamment à équiper des véhicules tels que des trains à grande vitesse ou des aéronefs.

[0026] A titre d'exemple on a fabriqué les alliages C à F (composition chimique en poids en %):

alliage	Fe	Co	Si	Al	C	N	O	S
C	bal	15	-	1,54	0,016	0,0008	0,001	0,0005
D	bal	15	-	2,4	0,027	0,0005	0,001	0,0005
E	bal	15	-	3,1	0,011	0,0005	0,001	0,0005
F	bal	15	0,98	1,55	0,011	0,0012	0,0013	0,0005

[0027] Tous ces alliages ont été élaborés au four sous vide, laminé à chaud puis à froid pour obtenir des bandes de 0,2 mm d'épaisseur. Les bandes ont été soumises à un traitement thermique sous hydrogène. Les conditions de traitement thermique et les caractéristiques magnétiques obtenues étaient:

alliage	$\Theta^\circ\text{C}$	t (heures)	$\rho (\mu\Omega\cdot\text{cm})$	B à 600Oe (G)	Hc (Oe)
C	900	4	35	22100	0,5
C	1050	4	35	22100	0,53
D	900	4	38	21200	0,53
D	1150	4	38	21200	0,4
E	900	4	40	21000	0,43
E	1150	4	40	21000	0,4
F	900	4	39,5	21500	0,4
F	1000	4	39,5	21500	0,32

[0028] A titre de comparaison, on a fabriqué une bande en alliage Fer-Cobalt selon l'art antérieur (repéré A) dont la composition chimique était :

alliage	Fe	Co	Si	Al	C	N	O	S
A	bal	15	0,98	-	0,01	0,0014	0,0027	0,0005

[0029] Après traitement thermique à 900 °C et 1000 °C, leurs caractéristiques étaient :

alliage	$\Theta^\circ\text{C}$	t (heures)	$\rho (\mu\Omega\cdot\text{cm})$	B à 600Oe (G)	Hc (Oe)
A	900	4	30	22500	0,58
A	1000	4	30	22500	0,71

On constate que les alliages selon l'invention ont une résistivité plus élevée, un champ coercitif plus faible et une aimantation comparable à celle de l'alliage A.

[0030] En général, les alliages fer-cobalt selon l'art antérieur contiennent plus de 15 % de cobalt et les caractéristiques des bandes en ces alliages sont typiquement :

EP 0 784 100 B1

Co %	ρ ($\mu\Omega\cdot\text{cm}$)	B à 600 Oe (G)	Hc (Oe)
50	40	22500	1
25	22	22500	1,5

[0031] On constate que les alliages selon l'invention ont une résistivité électrique comparable, un champ coercitif sensiblement plus faible et une aimantation assez voisine malgré une teneur en cobalt très sensiblement plus faible. Ces résultats montrent certains des avantages de l'alliage selon l'invention.

Revendications

1. Alliage Fer-Cobalt caractérisé en ce que sa composition chimique comprend en poids:

$$\begin{aligned} 5\% &\leq \text{Co} \leq 40\% \\ 0\% &\leq \text{Si} \leq 5\% \\ 0,2\% &\leq \text{Al} \leq 5\% \\ 0,5\% &\leq \text{Si} + \text{Al} \leq 5\% \end{aligned}$$

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

2. Alliage selon la revendication 1 caractérisé en ce que les impuretés résultant de l'élaboration que sont le carbone, l'oxygène, l'azote, le soufre et le phosphore ont des teneurs inférieures aux valeurs suivantes:

$$\begin{aligned} \text{C} &\leq 0,03\% \\ \text{O} &\leq 0,005\% \\ \text{N} &\leq 0,003\% \\ \text{S} &\leq 0,003\% \\ \text{P} &\leq 0,003\% \end{aligned}$$

3. Alliage selon la revendication 1 ou la revendication 2 caractérisé en ce que les impuretés résultant de l'élaboration que sont le chrome, le titane, le germanium, le vanadium et le molybdène ont des teneurs dont la somme est inférieure à 0,5%.

4. Alliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que:

$$10\% \leq \text{Co} \leq 35\%$$

5. Alliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que:

$$\text{Si} \geq 2,5\%$$

6. Alliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que:

$$\text{Al} \geq 1,5\%$$

7. Alliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que:

$$\text{Si} + \text{Al} \geq 1,5\%$$

8. Procédé de fabrication d'une bande en un alliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que:

- on élabore l'alliage soit sous vide soit au four à arc suivi d'une opération de métallurgie en poche et, éventuellement, après une première solidification, on le refond sous vide ou sous laitier électroconducteur pour obtenir un demi produit,
- on lamine à chaud le demi-produit pour obtenir une bande à chaud dont l'épaisseur est comprise entre 1 et 6 mm,
- on découpe la bande à chaud, éventuellement on la réchauffe entre 200 °C et 600 °C, et on la lamine pour obtenir une bande à froid d'épaisseur comprise entre 0,05 mm et 0,5 mm,
- on effectue un traitement thermique entre 850 °C et 1200 °C pendant 1 à 10 heures et un revêtement par une

couche isolante.

9. Procédé selon la revendication 8 caractérisé en ce que le revêtement par une couche isolante est obtenu en recouvrant la bande, soit, après le traitement thermique, d'au moins une couche de vernis minéral ou organique, soit, avant le traitement thermique, d'au moins une couche de méthylate de magnésium.

10. Procédé selon la revendication 8 caractérisé en ce que, lorsque la teneur en silicium de l'alliage est supérieure à 2 %, le revêtement par une couche isolante est obtenu en appliquant sur la bande un lait de magnésie, avant le traitement thermique.

11. Bande en un alliage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

12. Bande selon la revendication 11 caractérisée en ce qu'elle présente une texture cubique (100) [001] ou une texture (110) [001].

13. Bande selon la revendication 11 ou la revendication 12 caractérisée en ce qu'elle est revêtue d'au moins une couche isolante électriquement.

Patentansprüche

1. Eisen-Kobalt-Legierung, gekennzeichnet durch die folgende chemische Zusammensetzung in Gewichtsprozent:

$$5\% \leq \text{Co} \leq 40\%$$

$$0\% \leq \text{Si} \leq 5\%$$

$$0,2\% \leq \text{Al} \leq 5\%$$

$$0,5\% \leq \text{Si} + \text{Al} \leq 5\%$$

Rest Eisen und aus der Verarbeitung stammende Verunreinigungen.

2. Legierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die aus der Verarbeitung stammenden Verunreinigungen wie Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor Gehalte aufweisen, die kleiner als die nachfolgenden Werte sind:

$$\text{C} \leq 0,03\%$$

$$\text{O} \leq 0,005\%$$

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

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

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

3. Legierung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die aus der Verarbeitung stammenden Verunreinigungen, nämlich Chrom, Titan, Germanium, Vanadium und Molybdän Gehalte aufweisen, deren Summe kleiner als 0,5% ist.

4. Legierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass gilt:

$$10\% \leq \text{Co} \leq 35\%$$

5. Legierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass gilt:

$$\text{Si} \geq 2,5\%$$

6. Legierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass gilt:

$$\text{Al} \geq 1,5\%$$

7. Legierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass gilt:

$$\text{Si} + \text{Al} \geq 1,5\%$$

8. Verfahren zur Herstellung eines Bandes aus einer Legierung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass

EP 0 784 100 B1

- die Legierung hergestellt wird im Vakuumofen mit nachfolgender metallurgischer Verarbeitung in einer Pfanne und ggf. nach einer ersten Erstarrung durch Umschmelzen im Vakuum oder unter einer elektrisch leitenden Schlackenschicht, um ein Halbprodukt zu erhalten;
 - das Halbprodukt warmgewalzt wird, um ein warmes Band zu erhalten, dessen Dicke zwischen 1 und 6 mm liegt;
 - das warme Band dekapiert wird, ggf. wieder erwärmt wird auf einen Wert zwischen 200°C und 600°C und gewalzt wird, um ein kaltes Band zu erhalten mit einer Dicke zwischen 0,05 mm und 0,5 mm,
 - eine thermische Behandlung zwischen 850°C und 1200°C während 1 bis 10 Stunden durchgeführt wird, sowie eine Beschichtung mit einer Isolierschicht.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung mit einer Isolierschicht erhalten wird durch Beschichtung des Bandes entweder nach der thermischen Behandlung mit wenigstens einer Schicht eines organischen oder mineralischen Lackes oder vor der thermischen Behandlung mit wenigstens einer Schicht aus Magnesiummethylat.
10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn der Siliciumgehalt der Legierung größer als 2% ist, die Beschichtung mit einer Isolierschicht erhalten wird indem auf das Band vor der thermischen Behandlung eine magnesiumhaltige Flüssigkeit aufgebracht wird.
11. Band aus einer Legierung nach einem der Ansprüche 1 bis 7.
12. Band nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass es die kubische Textur (100) [001] oder die Textur (110) [001] aufweist.
13. Band nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass es mit wenigstens einer elektrisch isolierenden Schicht beschichtet ist.

Claims

1. Iron-cobalt alloy, characterized in that its chemical composition comprises, by weight:
- $5\% \leq \text{Co} \leq 40\%$
 $0\% \leq \text{Si} \leq 5\%$
 $0.2\% \leq \text{Al} \leq 5\%$
 $0.5\% \leq \text{Si} + \text{Al} \leq 5\%$
- the balance being iron and impurities resulting from the smelting.
2. Alloy according to Claim 1, characterized in that the carbon, oxygen, nitrogen, sulphur and phosphorus impurities resulting from smelting have contents less than the following values:
- $\text{C} \leq 0.03\%$
 $\text{O} \leq 0.005\%$
 $\text{N} \leq 0.003\%$
 $\text{S} \leq 0.003\%$
 $\text{P} \leq 0.003\%$
3. Alloy according to Claim 1 or Claim 2, characterized in that the chromium, titanium, germanium, vanadium and molybdenum impurities resulting from smelting have contents whose sum is less than 0.5%.
4. Alloy according to any one of Claims 1 to 3, characterized in that:
- $10\% \leq \text{Co} \leq 35\%$
5. Alloy according to any one of Claims 1 to 4, characterized in that:
- $\text{Si} \geq 2.5\%$
6. Alloy according to any one of Claims 1 to 4, characterized in that:
- $\text{Al} \geq 1.5\%$

7. Alloy according to any one of Claims 1 to 4, characterized in that:

Si + Al $\geq$ 1.5%

8. Process for manufacturing a strip made of an alloy according to any one of Claims 1 to 5, characterized in that:

- the alloy is smelted either under vacuum or in an arc furnace followed by an in-ladle metallurgy operation and, optionally, after a first solidification, the alloy is remelted under vacuum or under an electrically conductive slag, in order to obtain an intermediate product;
- the intermediate product is hot-rolled in order to obtain a hot-rolled strip whose thickness is between 1 and 6 mm;
- the hot-rolled strip is pickled, optionally reheated between 200°C and 600°C and rolled in order to obtain a cold-rolled strip having a thickness of between 0.05 mm and 0.5 mm;
- a heat treatment between 850°C and 1200°C for 1 to 10 hours is carried out and a coating, with an insulating layer, is applied.

9. Process according to Claim 8, characterized in that the coating with an insulating layer is obtained by covering the strip either, after the heat treatment, with at least one layer of inorganic or organic varnish, or, before the heat treatment, with at least one layer of magnesium methoxide.

10. Process according to Claim 8, characterized in that, when the silicon content of the alloy is greater than 2%, the coating with an insulating layer is obtained by applying a milk of magnesia to the strip before the heat treatment.

11. Strip made of an alloy according to any one of Claims 1 to 7.

12. Strip according to Claim 11, characterized in that it has a (100)[001] cubic texture or a (110) [001] texture.

13. Strip according to Claim 11 or Claim 12, characterized in that it is coated with at least one electrically insulating layer.