

⑫

**DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 26 août 1983.

③0 Priorité JP, 27 août 1982, n° 148,787/82.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 9 du 2 mars 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : KAWASAKI STEEL CORPORATION. — JP.

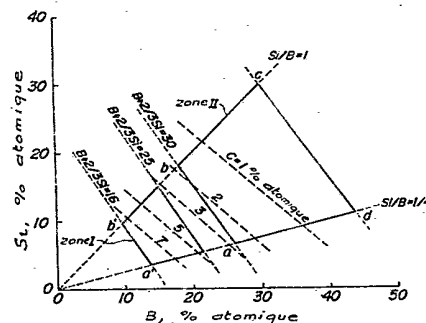
⑦2 Inventeur(s) : Takao Hamada et Nobuo Tsuchiya.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Beau de Loménie.

⑤4 Procédé de production et d'emploi d'un alliage mère amorphe.

⑤7 Procédé de production et d'emploi d'un alliage mère amorphe; on charge une matière première, un agent réducteur carboné et une matière secondaire dans un four de fusion puis on les fond pour produire un alliage fondu de la série Fe-B-Si ayant une gamme de composition en bore et en silicium comprise dans le quadrilatère irrégulier *abcd* de la figure; l'alliage mère amorphe est employé pour produire une matière première amorphe par dilution avec de l'acier fondu.



La présente invention concerne des procédés de production et d'emploi d'un alliage mère amorphe.

Les alliages amorphes constitués principalement de fer et de bore ont d'excellentes propriétés comme matériau électromagnétique. Si l'on désire employer de tels alliages amorphes comme matériau du noyau d'un transformateur, la perte dans le fer est d'environ 1/3 de celle des tôles d'acier classiques au silicium à grains orientés, mais on ne les a pas encore employés en pratique.

La raison principale en est que le coût d'un tel alliage amorphe est très élevé par rapport à celui d'une tôle d'acier au silicium. Comme au moins la moitié du coût de production d'un ruban amorphe est constituée par le prix du bore, il est important de fournir un procédé de production de matières peu coûteuses contenant du bore.

Le bore élémentaire est coûteux et il n'est pas approprié comme matière de départ pour la production d'un alliage amorphe. On peut produire du ferro-bore selon un procédé thermique avec de l'aluminium ou selon un procédé au four électrique. Cependant, le procédé thermique n'est pas approprié aux matériaux amorphes car de l'aluminium est inclus dans le ferro-bore, tandis que le procédé au four électrique pose le problème du prix élevé de l'énergie car la quantité d'énergie électrique consommée est importante.

La demanderesse a précédemment proposé un procédé de production de métal fondu de la série Fe-B par emploi de carbone comme agent réducteur sans métal tel que l'aluminium ou similaires et d'énergie électrique comme décrit dans le brevet japonais non examiné n° 57-77 509. A cet égard, les demanderesses ont effectuées des études complémentaires relatives à la production avantageuse d'un métal fondu de la série Fe-B-Si ayant des teneurs en bore et en silicium appropriées à un matériau amorphe et une faible teneur en carbone.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre de plusieurs exemples de réalisation et en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est un graphique montrant la relation entre la gamme de composition de l'alliage mère amorphe, la formabilité à l'état amorphe et l'aimantation à saturation ;

5 - la figure 2 est un graphique montrant la relation entre les teneurs en bore, en silicium et en carbone d'un métal fondu de la série Fe-B-Si selon l'invention et les gammes des compositions de l'alliage mère amorphe et de la matière première amorphe ;

10 - la figure 3a est un graphique montrant la relation entre le rapport  $B_2O_3/Fe_2O_3$  et le pourcentage atomique de bore ;

- la figure 3b est un graphique montrant la relation entre le rapport  $SiO_2/Fe_2O_3$  et le pourcentage atomique de silicium ;

15 - la figure 4 est un diagramme de système illustrant la production de l'alliage mère amorphe dans un four électrique selon l'invention ;

- les figures 5 et 6 sont des vues systématiques illustrant la production de l'alliage mère amorphe respectivement dans un four de fusion et de réduction et un four à cuve selon l'invention ;  
et

20 - les figures 7a et 7b sont des diagrammes de fonctionnement illustrant la formation avec l'alliage mère amorphe d'un ruban amorphe selon l'invention.

25 En ce qui concerne la composition du métal fondu de la série Fe-B-Si (appelé ci-après matière première amorphe) pour la production de rubans d'alliage amorphe, on sait par de nombreuses études que les teneurs en bore, en silicium et en carbone doivent de façon appropriée être comprises dans les gammes respectives suivantes :

$$30 \left. \begin{array}{l} 1/4 < Si (\% \text{ atomique}) / B (\% \text{ atomique}) < 1, \\ 16 < B (\% \text{ atomique}) + 2/3 Si (\% \text{ atomique}) < 25, \text{ et} \\ C (\% \text{ atomique}) < 1. \end{array} \right\} (1)$$

35 Dans la production d'un ruban d'alliage amorphe, il est généralement important que la substance amorphe soit tout d'abord formée, que parmi les propriétés électromagnétiques l'aimantation à saturation soit bonne, et que la stabilité thermique soit bonne pour qu'il ne se produise pas de cristallisation lors du chauffage du produit. Pour

obtenir une bonne formabilité à l'état amorphe comme illustré par la figure 1, il est nécessaire que les relations suivantes soient satisfaites :

$$\begin{aligned} & \text{Si (\% atomique)}/\text{B (\% atomique)} > 1/4, \text{ et} \\ 5 \quad & \text{B (\% atomique)} + 2/3 \text{ Si (\% atomique)} > 16, \end{aligned}$$

tandis que si elles ne sont pas satisfaites, la formabilité à l'état amorphe diminue. D'autre part, pour obtenir une aimantation à saturation donnée, il est nécessaire que les relations suivantes soient satisfaites :

$$\begin{aligned} 10 \quad & \text{Si (\% atomique)}/\text{B (\% atomique)} < 1, \text{ et} \\ & \text{B (\% atomique)} + 2/3 \text{ Si (\% atomique)} < 25 \end{aligned}$$

tandis que si elles ne sont pas satisfaites, l'aimantation à saturation se détériore. De plus, il est nécessaire que la teneur en carbone ne dépasse pas 1 % atomique en raison de la stabilité thermique.

15 Le ferro-bore généralement produit dans un four électrique contient de 10 à 20 % en poids de bore et pas plus de 2 % en poids de silicium. Si on emploie ce ferro-bore comme matière première pour produire la matière première amorphe ayant la gamme de composition indiquée en (1), il est nécessaire d'ajouter à l'acier fondu  
20 une grande quantité de silicium métallique comme source de silicium. Dans ce cas, le coût de la matière première amorphe augmente car le ferro-bore et le silicium métallique sont coûteux.

La demanderesse a effectué des expériences relatives à la production de métaux fondus de la série Fe-B en utilisant en  
25 particulier du carbone comme agent réducteur dans un four de fusion et de réduction, un haut fourneau ou un four électrique et a constaté que les teneurs en bore, en silicium et en carbone présentent la corrélation illustrée par la figure 2.

30 Plus les teneurs en bore et en silicium sont élevées, plus la teneur en carbone est faible ou, inversement, plus les teneurs en bore et en silicium sont faibles, plus la teneur en carbone est élevée. Donc, si on désire produire directement des métaux fondus ayant une gamme optimale des teneurs en bore et en silicium, comme illustré par la figure 1 (c'est-à-dire dans la zone I de la figure 2),  
35 par emploi de carbone comme agent réducteur, la teneur en carbone est de plusieurs pourcentages atomiques et est supérieure à la gamme

optimale, si bien qu'il est nécessaire de faire en sorte d'autres façons que la teneur en carbone ne dépasse pas 1 % atomique.

Pour réduire la teneur en carbone (décarburation), il faut cependant des stades additionnels tels qu'un traitement de  
 5 décarburation sous vide avec oxydation du carbone et similaires. De plus, comme le bore a des propriétés thermodynamiques semblables à celles du carbone et est susceptible de s'oxyder, une partie du bore du métal fondu est perdue par oxydation. Donc, la réduction de la teneur en carbone d'une autre façon est désavantageuse du point de vue  
 10 du coût de la production.

La demanderesse a effectué des recherches complémentaires sur ces inconvénients et a découvert que l'on peut les résoudre de façon avantageuse 1) en produisant un métal fondu de la série Fe-B-Si ayant des teneurs élevées en bore et en silicium et une faible  
 15 teneur en carbone (qu'on appelle ci-après un alliage mère amorphe) et 2) par mélange et dilution d'un alliage mère amorphe avec de l'acier fondu pour produire une matière première amorphe.

Plus particulièrement, on peut produire sans décarburation la matière première amorphe ayant la gamme de composition  
 20 précédemment indiquée en (1) par production de l'alliage mère amorphe correspondant à la zone II de la figure 2 où les teneurs en bore et en silicium sont élevées et la teneur en carbone est faible, puis en le diluant avec de l'acier fondu pour ajuster les teneurs en bore et en silicium dans les gammes de la zone I.

Dans la gamme de composition de la zone II, le rapport des pourcentages atomiques Si/B ne peut pas changer, même par dilution avec l'acier fondu et est de  $1/4 < \text{Si/B} < 1$  comme dans le cas de la zone I. De plus, il ressort de la figure 2 qu'il est nécessaire que les teneurs en bore et en silicium satisfassent à la relation suivante :

$$30 \quad B (\% \text{ atomique}) + 2/3 \text{ Si } (\% \text{ atomique}) > 30$$

en tenant compte du fait que l'alliage mère amorphe ayant la teneur maximale en un point a de la zone II est dilué avec de l'acier fondu pour que la teneur en carbone de la matière première amorphe corresponde à un point a' qui ne dépasse pas 1 % atomique.

35 A la suite de recherches portant sur les conditions opératoires de production d'un alliage mère amorphe ayant la gamme de composition ci-dessus, la demanderesse a découvert qu'il existait

les relations illustrées par les figures 3a et 3b sur lesquelles l'axe des abscisses représente le rapport de  $B_2O_3$  ou de  $SiO_2$  à  $Fe_2O_3$  qu'on obtient par conversion de la totalité du bore, du silicium et du fer contenus dans la matière première, l'agent réducteur et la matière secondaire que l'on charge dans un four pour la production de l'alliage mère amorphe, en les quantités de  $B_2O_3$ ,  $SiO_2$  et  $Fe_2O_3$  chargées sous forme d'oxyde. A partir de ces résultats expérimentaux, on a découvert que les relations suivantes étaient satisfaites :

$$B, \% \text{ atomique} = \alpha \times \frac{\text{quantité de } B_2O_3 \text{ chargée}}{\text{quantité de } Fe_2O_3 \text{ chargée}}, \text{ et}$$

$$Si, \% \text{ atomique} = \beta \times \frac{\text{quantité de } SiO_2 \text{ chargée}}{\text{quantité de } Fe_2O_3 \text{ chargé}}$$

Dans ce cas,  $\alpha$  et  $\beta$  dépendent de la nature et de la taille des particules du composé de bore, du composé de silicium et de l'agent réducteur solide, ainsi que des conditions de réduction dans le four telles que la température, la pression et similaires, mais sont compris dans les gammes de  $\alpha = 40 \sim 120$  et  $\beta = 18 \sim 75$  comme illustré dans les portions hachurées des figures 3a et 3b lors d'une opération usuelle. Plus la valeur d' $\alpha$  est élevée, plus la valeur de  $\beta$  est élevée, si bien qu'un rapport de  $\beta$  à  $\alpha$  présente la relation  $\beta/\alpha = 0,45 \sim 0,625$ .

A partir des relations ci-dessus, les quantités de  $B_2O_3$ ,  $SiO_2$  et  $Fe_2O_3$  chargées pour la production de l'alliage mère amorphe ayant la composition comprise dans la zone II de la figure 2 présentent les relations suivantes :

$$4 (\beta/\alpha) > \text{quantité de } B_2O_3 \text{ chargée} / \text{quantité de } SiO_2 \text{ chargée} > (\beta/\alpha)$$

et

$$\alpha (\text{quantité de } B_2O_3 \text{ chargée}) + 2/3\beta (\text{quantité de } SiO_2 \text{ chargée}) > 30 (\text{quantité de } Fe_2O_3 \text{ chargée}),$$

à partir desquelles on obtient les relations suivantes :

$$0,4 < (\text{quantité de } B_2O_3 \text{ chargée}) / (\text{quantité de } SiO_2 \text{ chargée}) < 2,5$$

et

$$(\text{quantité de } SiO_2 \text{ chargée}) / (\text{quantité de } Fe_2O_3 \text{ chargée}) > 0,08.$$

La gamme de composition de l'alliage mère amorphe selon l'invention composé du nouveau métal fondu de la série Fe-B-Si ainsi obtenue forme un quadrilatère irrégulier entre les gammes de composition en bore et en silicium illustrées par la figure 2, qui est délimité par une surface abcd dont le sommet a a pour coordonnées (26, 6,5), le sommet b à pour coordonnées (18, 18), le sommet c a pour coordonnées (30, 30) et le sommet d a pour coordonnées (44, 11). Autrement dit, il est sensiblement satisfait aux relations suivantes :

$$\begin{aligned} 1/4 < \text{Si/B} < 1 \\ 30 < \text{B} + 2/3 \text{Si} < 52 \end{aligned}$$

L'acier fondu à mélanger avec l'alliage mère amorphe comprend par exemple l'acier effervescent et l'acier calmé courants ayant les compositions suivantes (% en poids) :

	C	Si	O
Acier effervescent	0,04~0,07	traces~0,01	0,04~0,06
Acier calmé	0,04~0,15	traces~0,4	0,002~0,005

qui n'ont pas une grande influence sur les gammes de composition en carbone et en silicium de la matière première amorphe.

Donc, le degré de dilution de l'alliage mère amorphe avec l'acier fondu est facilement déterminé à partir du rapport de la teneur en bore de l'alliage mère à la teneur en bore souhaitée de la matière première.

Les exemples suivants sont présentés pour illustrer l'invention et ne la limitent en rien.

#### Exemple 1

On produit un alliage mère amorphe selon le système schématisé par la figure 4 en employant un four électrique ordinaire.

Dans un four électrique 1, on charge un composé de bore tel que l'acide borique, l'oxyde de bore ou similaires et un composé de fer tel que de la poudre de fer, des scories de laminoir, du minerai de fer ou similaires au moyen d'une trémie 2 de matière première, un combustible solide tel que du coke, un produit de carbonisation, du charbon ou similaires au moyen d'une trémie 3 d'agent réducteur, et une substance telle que du sable siliceux, de la silice, du calcaire, de la dolomie, de la fluorine ou similaires à

partir d'une trémie 4 de matière secondaire en des quantités données et on les fond en alimentant le four électrique avec une source d'énergie 5.

Un exemple de fonctionnement employant un four électrique ci-dessus (100 kVA) figure ci-dessous :

- |    |                                      |  |          |
|----|--------------------------------------|--|----------|
| 5  | (1) Matières de la charge :          | oxyde de bore                            | 2 100 kg |
|    |                                      | scories de laminoir                      | 4 800 kg |
|    |                                      | sable siliceux                           | 2 900 kg |
|    |                                      | coke                                     | 3 700 kg |
| 10 | (2) Temps de fusion                  | : 180 min                                |          |
|    | (3) Quantité de métal fondu produite | : 5,2 t                                  |          |
|    | Composition :                        | B 34 % atomiques,                        |          |
|    |                                      | Si 17 % atomiques,                       |          |
|    |                                      | C 0,6 % atomiques.                       |          |
| 15 |                                      | (B 10,3 %, Si 13,4 %, C 0,2 % en poids). |          |

La composition du métal fondu obtenu est identifiée comme comprise dans la zone II en forme de quadrilatère irrégulier de la figure 2.

#### Exemple 2

On prépare un alliage mère amorphe comme schématisé par la figure 5 avec un four de fusion et de réduction.

On introduit un agent réducteur solide carboné, de préférence du coke en morceaux dans un four à cuve 6 par l'intermédiaire d'un dispositif de chargement 7 pour garnir le four à cuve 6 d'un lit d'agent réducteur. Deux ou trois étages de tuyères sont disposés dans la portion inférieure du four à cuve 6. Dans cet exemple, l'étage supérieur est constitué des tuyères 8 pour introduire un minerai de fer préalablement réduit avec de l'air chaud, l'étage inférieur comporte les tuyères 9 pour introduire de l'oxyde de bore ou de l'acide borique avec de l'air chaud et l'étage le plus bas comporte les tuyères 10 pour introduire uniquement de l'air chaud s'il est nécessaire.

On alimente chaque tuyères en air chaud (air ou air riche en oxygène) chauffé à une température élevée au moyen du four 11, et simultanément de l'oxyde de fer préalablement réduit dans un four 12 de réduction préliminaire à l'état fluidisé et une

substance pulvérulente contenant du bore, telle que de l'oxyde de bore ou de l'acide borique, stockée dans une trémie 13 sont insufflés respectivement par les tuyères 8 de l'étage supérieur et les tuyères 9 de l'étage inférieur comme illustré par la figure 5.

5 L'oxyde de fer préalablement réduit est préparé par réduction de l'oxyde de fer dont on alimente le four 12 de réduction préliminaire à l'état fluidisé au moyen d'un dispositif de charge 14 avec un gaz d'échappement à température élevée produit par exemple dans le four à cuve 6.

10 L'oxyde de fer préalablement réduit est préparé par réduction de l'oxyde de fer dont on alimente le four 12 de réduction préliminaire à l'état fluidisé au moyen d'un dispositif de charge 14 avec un gaz d'échappement à température élevée produit par exemple dans le fou à cuve 6.

15 L'oxyde de fer préalablement réduit est transféré d'une sortie 15 du four 12 de réduction préliminaire aux tuyères 8 de l'étage supérieur et de l'oxyde de bore ou de l'acide borique est transféré de la trémie 12 aux tuyères 9 de l'étage inférieur par application des principes du transport par gravité et du transport pneumatique.

20 A l'avant des tuyères 8 de l'étage supérieur, des tuyères 9 de l'étage inférieur et s'il est nécessaire des tuyères 10 de l'étage le plus bas, il se produit des rigoles de la même façon qu'au voisinage du sommet des tuyères d'un haut fourneau du fait que l'air chaud forme des zones ayant une température élevée de 2 000 à 2 500°C dans lesquelles l'oxyde de fer préalablement réduit et l'oxyde de bore, qui sont introduits dans ces zones avec de l'air chaud ou de l'air chaud additionné d'oxygène, sont immédiatement chauffés et facilement fondus.

30 Les produits fondus sont réduits pendant la descente à travers les lits garnis de coke à la portion inférieure du four 6 pour former un métal fondu et un laitier fondu qui se regroupent sur la sole du four et sont évacués périodiquement du four par un trou de coulée 16.

Un exemple de fonctionnement employant le four de fusion et de réduction ci-dessus est le suivant :

- (1) Substance contenant du bore : oxyde de bore  
 5 Granulométrie : passant au tamis de 75  $\mu$ m d'ouverture de maille  
 Quantité chargée par les tuyères 9 de l'étage inférieur : 240 kg/h
- (2) Minerai de fer : minerai de Carol Lake  
 10 Granulométrie : moins de 2 mm  
 Quantité chargée dans le four 12 de réduction préliminaire : 340 kg/h  
 Quantité chargée par les tuyères 8 de l'étage supérieur : 280 kg/h  
 15 Taux de réduction préliminaire : 78 %
- (3) Agent réducteur solide carboné : coke  
 Granulométrie : 20-30 mm  
 Quantité chargée : 800 kg/h
- (4) Quantité d'air insufflée dans le four à cuve : 1 800 m<sup>3</sup> normaux/h  
 20 Température de l'air insufflé : 900°C  
 Nombre de tuyères d'insufflation de l'air :  
 25 Total 12 : 4 dans chacun des étages supérieur, inférieur et le plus bas (pour les 4 tuyères de l'étage supérieur : minerai de fer préalablement réduit, pour les 4 tuyères de l'étage inférieur : oxyde de bore).
- (5) Quantité de métal fondu de la série Fe-B-Si-C produite : 290 kg/h  
 30 (B = 33 % atomiques, Si = 17 % atomiques, C = 0,8 % atomique, Fe = complément)  
 (B 9,9 %, Si 13,3 %, C 0,3 % en poids)
- (6) Quantité de laitier évacuée : 200 kg/h  
 35 Le métal fondu obtenu correspond à la surface II en forme de quadrilatère irrégulier de la figure 2.

### Exemple 3

On prépare un autre alliage mère amorphe selon le schéma de la figure 6 en utilisant le même four à cuve 17 comme haut  
 40 fourneau pour la production de fonte brute.

On transforme tout d'abord les minerais pulvérulents, tels que de l'oxyde de fer, en minerais frittés ou en nodules puis

on les charge dans le four à cuve 17 au moyen d'un dispositif d'alimentation 18 au sommet du four alternativement avec du coke en morceaux. Les minerais en morceaux sont directement chargés dans le four à cuve de la même façon que décrit ci-dessus.

5 L'oxyde de fer est chauffé et réduit pendant qu'il descend dans le four et il fond et tombe à travers le lit garni de coke.

De l'oxyde de bore ou de l'acide borique est transféré d'une trémie 19 aux tuyères 20 et introduit dans le four à cuve avec de l'air chaud provenant d'un four de chauffage 11'. Lorsque l'énergie thermique dans la portion inférieure du four est insuffisante, des tuyères 21 introduisant uniquement de l'air chaud sont disposées de plus dans l'étage inférieur et l'énergie thermique nécessaire est fournie. La référence 22 désigne un trou de coulée.

15 La différence entre les exemples des figures 5 et 6 réside en ce que l'oxyde de fer préalablement réduit est introduit par les tuyères ou de l'oxyde de fer sous forme de morceaux n'ayant pas été réduit au préalable est introduit par le sommet du four.

20 Comme source de silice dans les exemples 2 et 3, on emploie le  $\text{SiO}_2$  contenu dans la gangue du minerai de fer et dans la cendre du coke, de la silice ou du sable siliceux introduits par le sommet du four à cuve ou par la tuyère dans le four et similaires.

Un exemple de fonctionnement employant le four à cuve ci-dessus est le suivant :

25	(1) Substance contenant du bore	: acide borique
	Granulométrie	: passant au tamis de $75 \mu\text{m}$ d'ouverture de maille
	Quantité chargée dans les tuyères 20 de l'étage supérieur	: 250 kg/h
30	(2) Minerai de fer	: minerai fritté
	Granulométrie	: 5-10 mm
	Quantité chargée	: 360 kg/h
	(3) Agent réducteur solide	: coke
	Granulométrie	: 20-30 mm
35	Quantité chargée	: 820 kg/h

- (4) Quantité d'air insufflée : 1 700 m<sup>3</sup> normaux/h  
 Température de l'air insufflé : 900°C  
 Nombre de tuyères d'insufflation d'air :

5 Dans chacun des étages supérieur et inférieur : 4  
 Total : 8 (pour les 4 tuyères 20 de l'étage supérieur : acide borique)

- (5) Quantité de métal fondu de la série Fe-B-Si-C produite : 280 kg/h

10 (B = 34 % atomiques, Si = 15 % atomiques,  
 C = 0,7 % atomique, Fe = complément)  
 (B 10,2 %, Si 11,7 %, C 0,2 % en poids)

- (6) Quantité de laitier évacuée : 230 kg/h

15 On indique que le métal fondu ainsi obtenu correspond à la zone II en forme de quadrilatère irrégulier de la figure 2.

Comme précédemment mentionné, des alliages mères amorphes ayant la gamme de composition correspondant à la zone II illustrée par la figure 2 peuvent facilement être produits selon l'un quelconque des procédés employant un four électrique, un four de fusion et de réduction et un haut fourneau.

20 Par mélange de l'alliage mère amorphe correspondant à la zone II avec de l'acier fondu, on peut produire des matières premières amorphes ayant la gamme de composition indiquée en (1) précédemment sans décarburation, sans addition de silicium et sans désiliciation comme indiqué dans l'exemple 4 suivant.

#### Exemple 4

On prépare une matière première amorphe à partir d'un alliage mère amorphe comme suit :

- (1) Alliage mère amorphe : métal fondu obtenu dans l'exemple 2
- 30 Composition : B = 33,3 % atomiques  
 Si = 17 % atomiques  
 C = 0,8 % atomique
- (B = 9,9 % en poids, Si = 13,3 % en poids,  
 C = 0,3 % en poids)
- 35 (2) Acier fondu : acier fondu obtenu par affinage de la fonte brute d'un haut fourneau dans un convertisseur

	Composition	: C = 0,12 % en poids Si = 0,1 % en poids B = 0 % en poids
(3)	Rapport de mélange	
5	Alliage mère amorphe	: 800 kg
	Acier fondu	: 1 760 kg
(4)	Matière première amorphe	:
	Poids	: 2 560 kg
10	Composition	: B = 3,1 % en poids Si = 4,2 % en poids C = 0,15 % en poids

Lorsqu'on transforme la composition de la matière première amorphe des pourcentages pondéraux en pourcentages atomiques, on obtient B = 13,6 % atomiques, Si = 7,1 % atomiques et C = 0,6 % atomique, ce qui donne :

$$\frac{1}{4} < \text{Si (\% atomique)} / \text{B (\% atomique)} = 0,52 < 1$$

$$16 < \text{B (\% atomique)} + \frac{2}{3} \text{Si (\% atomique)} = 18,3 < 25$$

et

$$\text{C (\% atomique)} = 0,6 < 1.$$

On voit donc de façon évidente que l'on peut facilement obtenir à partir de l'alliage mère amorphe selon l'invention des matières premières amorphes à faible teneur en carbone ayant une gamme de composition optimale correspondant à celle indiquée en (1).

De plus, lorsqu'on dilue l'alliage mère amorphe avec de l'acier fondu comme décrit dans l'exemple 4 et comme illustré par la figure 7a, des inclusions peuvent être produites par l'oxydation de l'aluminium, du titane, du bore, du silicium et similaires par suite de la présence d'oxygène dissous. Ces inclusions provoquent un colmatage de la buse et l'altération de la formabilité à l'état amorphe lors de la production de rubans amorphes à partir de la matière première amorphe.

Pour éviter la formation d'inclusions lors de la dilution de l'alliage mère amorphe avec l'acier fondu, il est efficace d'agiter le métal fondu par insufflation d'argon gazeux ou d'affiner dans un appareil de dégazage sous vide pour le procédé RH ou le procédé DH comme illustré par la figure 7b et comme il ressort de l'exemple 5 suivant.

Exemple 5

On dilue 10 kg d'alliage mère amorphe (Si 12,3 % en poids, B 10,0 % en poids, C 0,32 % en poids, Al soluble 0,32 % en poids, Al insoluble 0,30 % en poids) avec 15 kg d'acier fondu (acier semi-calmé C 0,12 % en poids) et on effectue les essais suivants pour obtenir les résultats qui figurent dans le tableau ci-après.

Dans l'essai A, on dilue simplement l'alliage mère amorphe avec l'acier fondu, dans l'essai B, on insuffle de l'argon gazeux sous une pression de 0,1 bar pendant la dilution et dans l'essai C, on insuffle de l'oxygène gazeux sous une pression de 0,1 bar pendant la dilution.

TABLEAU

(% en poids)

Essai n°	B	Si	C	Al soluble	Al insoluble
A	3,8	4,8	0,19	0,06	0,08
B	4,1	5,1	0,15	0,01	0,01
C	3,5	4,6	0,06	0,007	0,006

Dans l'essai A, la buse se colmate souvent lors de la transformation de la matière première amorphe en ruban amorphe et, également, la formabilité à l'état amorphe est altérée tandis que, dans le cas des essais B et C, il n'y a pas de colmatage de la buse et la formabilité à l'état amorphe est bonne.

Il ressort de la description précédente que l'invention présente les avantages suivants :

1) On peut facilement et à bon marché produire des alliages mères amorphes ayant des teneurs élevées en bore et en silicium et une faible teneur en carbone en employant un agent réducteur carboné ;

2) dans la production de l'alliage mère amorphe, le stade de décarburation de même que le stade d'addition de silice ou de désiliciation sont inutiles, si bien qu'il n'y a pas de diminution du rendement par suite de la décarburation ou de désiliciation ; et

3) on peut produire les matières premières amorphes par mélange et dilution de l'alliage mère amorphe avec de l'acier fondu, en particulier de l'acier fondu obtenu selon un système de production en masse tel qu'un système haut fourneau-convertisseur, si bien que le coût de production de la matière première amorphe peut être considérablement réduit.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux dispositifs ou procédés qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour produire des alliages mères amorphes par introduction d'une matière première, d'un agent réducteur carboné et d'une matière secondaire dans un four électrique ou un four à cuve comme four de fusion et de réduction ou comme haut fourneau et fusion de ceux-ci pour produire un métal fondu de la série Fe-B-Si, caractérisé en ce que les teneurs en bore, en silicium et en fer de ladite matière première, de l'agent réducteur et de la matière secondaire que l'on charge dans ledit four, sont ajustées pour satisfaire à  $0,4 < B_2O_3/SiO_2 < 2,5$  et  $0,08 < SiO_2/Fe_2O_3$  après conversion pondérale en chaque oxyde, et le métal fondu obtenu satisfait sensiblement à  $1/4 < Si/B < 1$  et  $B + 2/3 Si > 30$  en pourcentages atomiques.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le métal fondu obtenu satisfait sensiblement à  $B + 2/3 Si < 52$ .
3. Procédé d'emploi d'alliages mères amorphes qui comprend la dilution de l'alliage mère amorphe d'un métal fondu de la série Fe-B-Si selon l'une des revendications 1 ou 2, avec de l'acier fondu affiné séparément pour produire une matière première amorphe satisfaisant aux relations suivantes relatives aux pourcentages atomiques :
- $1/4 < Si/B < 1$ ,  
 $16 < B + 2/3 Si < 25$ , et  
 $C < 1$ .

FIG. 1

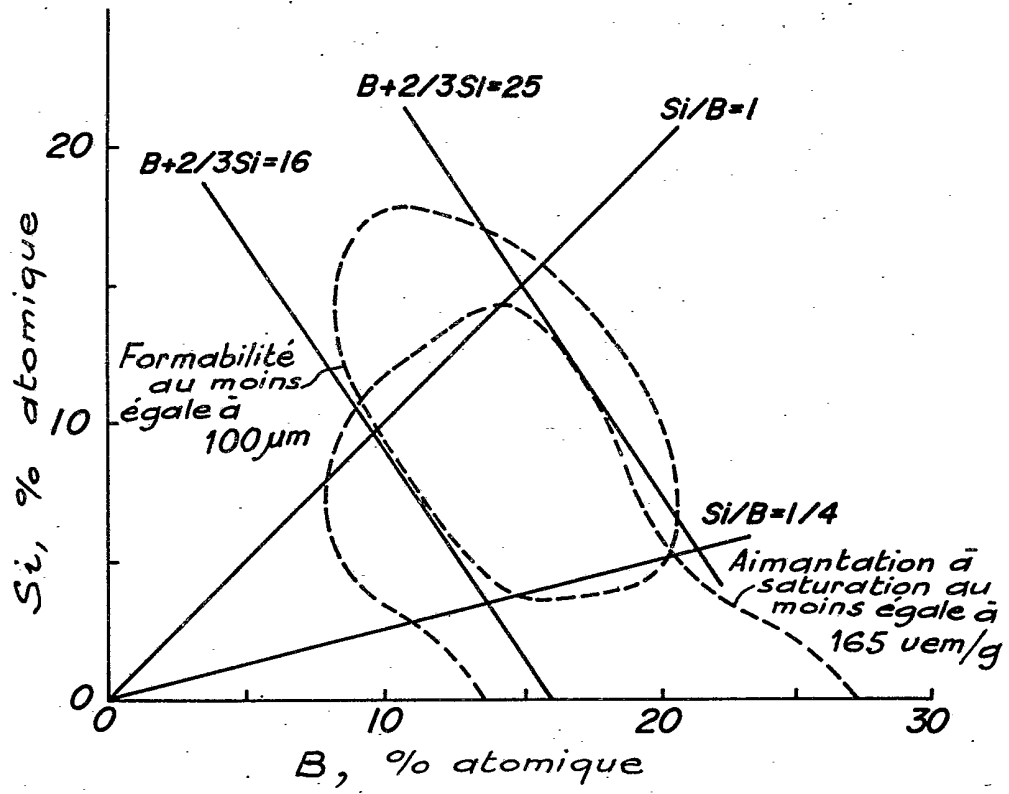
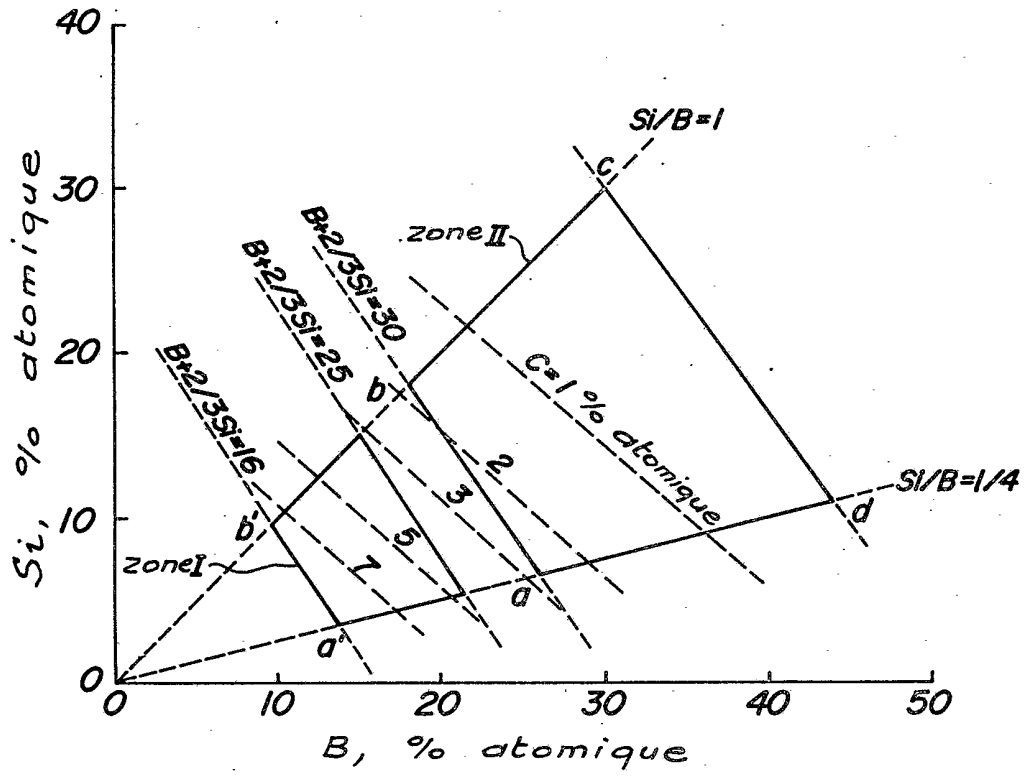


FIG. 2



3/5

FIG.3a

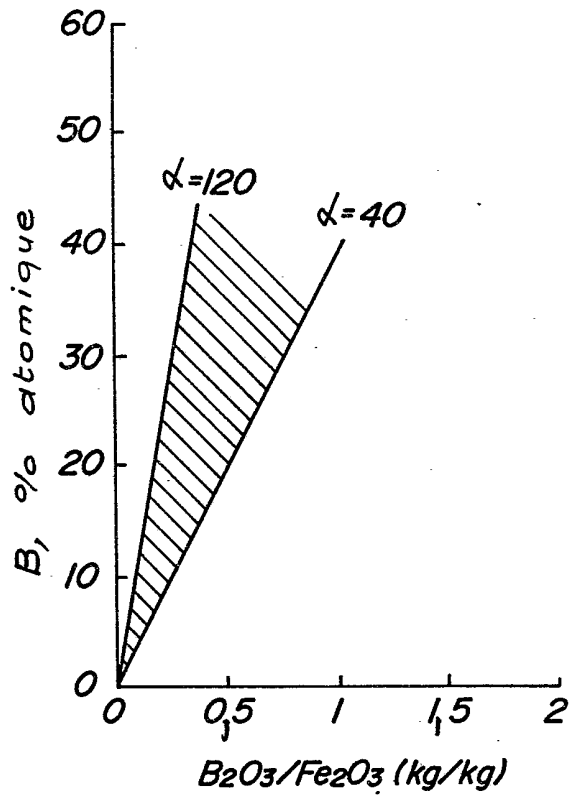


FIG.3b

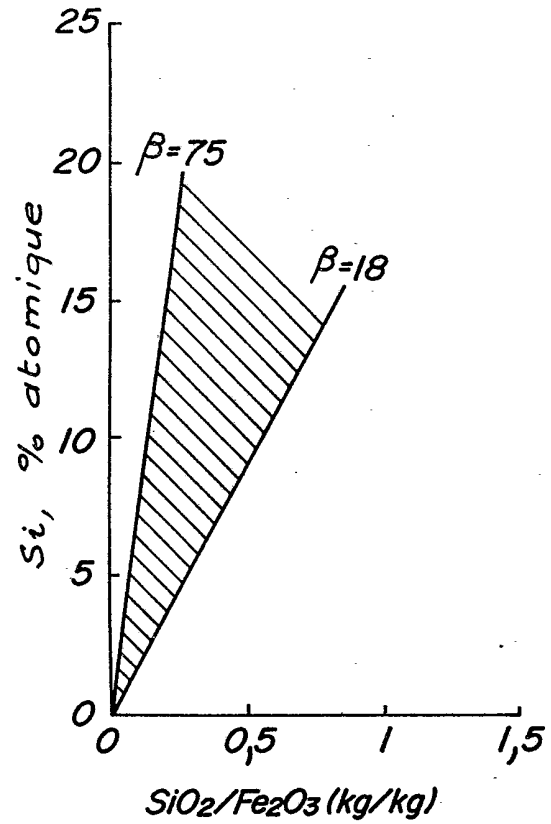
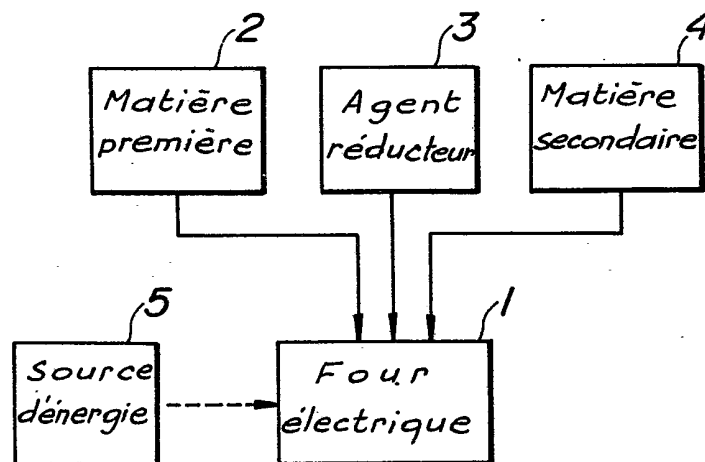


FIG.4



4/15

FIG. 5

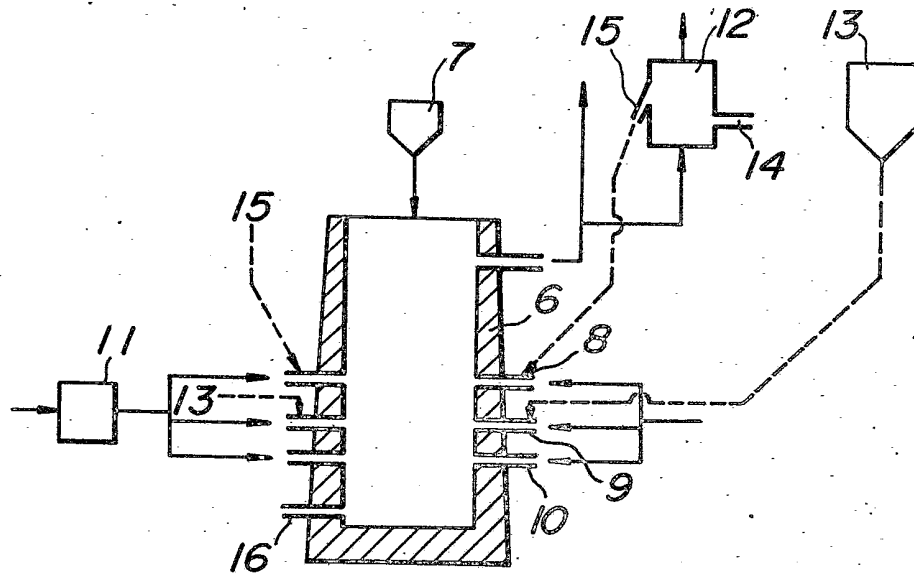
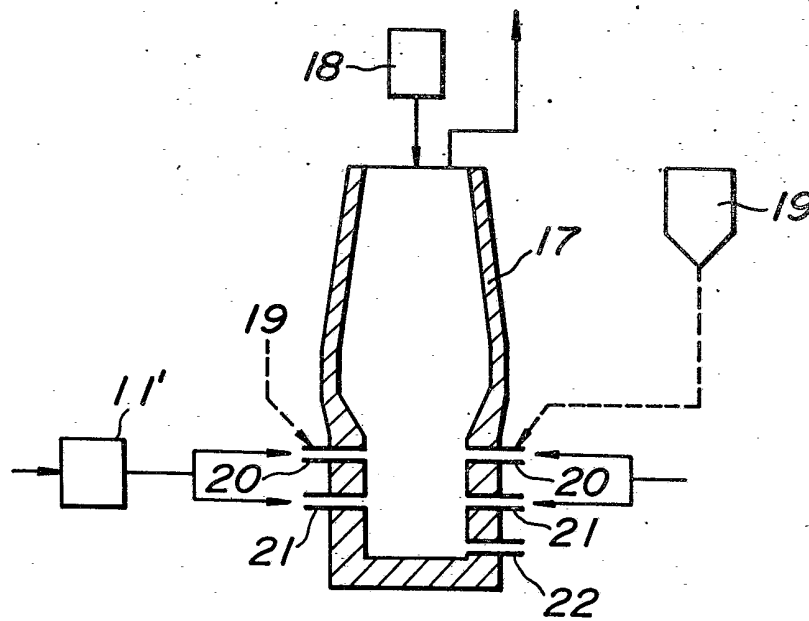
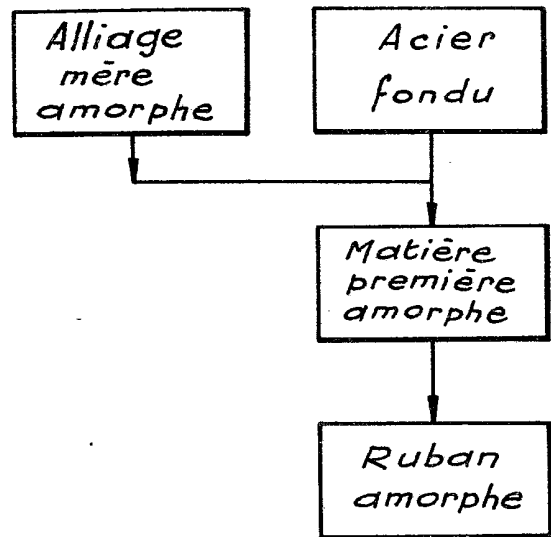


FIG. 6



**FIG.7a**



**FIG.7b**

