

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Numéro de publication: **0 293 286 B1**

12

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

- 45 Date de publication de fascicule du brevet: **02.03.94** 51 Int. Cl.⁵: **H01F 41/02, H01F 1/04, C21D 1/04, C21D 9/52**
- 21 Numéro de dépôt: **88401220.4**
- 22 Date de dépôt: **19.05.88**

54 Procédé et installation de réalisation de pièces à usage magnétique.

30 Priorité: **25.05.87 FR 8707343**

43 Date de publication de la demande:
30.11.88 Bulletin 88/48

45 Mention de la délivrance du brevet:
02.03.94 Bulletin 94/09

84 Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE

56 Documents cités:
BE-A- 692 166 DE-A- 2 746 785
DE-B- 1 226 128 FR-A- 1 075 890
FR-A- 2 330 474 FR-A- 2 334 755
US-A- 4 093 477 US-A- 4 311 537

IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, vol. MAG-16, no. 3, mai 1980, pages 526-529, IEEE, New York, US; S. JIN et al.: "Low-cobalt Cr-Co-Fe maget alloys obtained by slow cooling under magnetic field"

73 Titulaire: **IMPHY S.A.**
Elysées La Défense, 19, Le Parvis
Cedex 35, La Défense 4
F-92072 Paris La Défense(FR)

72 Inventeur: **Couderchon, Georges**
43 route de L'Etang
Sauvigny-les-Bois
F-58160 Imphy(FR)

74 Mandataire: **Le Brusque, Maurice et al**
Cabinet Harlé et Phélip
21, rue de la Rochefoucauld
F-75009 Paris (FR)

EP 0 293 286 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

L'invention a pour objet un procédé et une installation de réalisation de pièces métalliques à usage magnétique et couvre également les produits obtenus par le procédé et servant à la réalisation de telles pièces.

On connaît différents alliages ayant des propriétés magnétiques particulières et servant à la fabrication de pièces utilisables, grâce à leurs propriétés magnétiques, dans l'industrie électrotechnique ou électronique, par exemple pour la fabrication de relais, compteurs, transducteurs, etc... .

En particulier, on utilise couramment des alliages quaternaires, à base de Fer, Aluminium, Nickel, Cobalt qui ont des propriétés magnétiques intéressantes mais que l'on remplace avantageusement, dans certains cas, par des alliages ternaires à base de Fer, Cobalt, Chrome. De tels alliages présentant en effet l'avantage de pouvoir être mis en forme par découpe ou estampage de l'alliage se présentant sous forme de produits allongés tels que des bandes ou des fils continus, des feuilles ou des barres.

Les propriétés magnétiques des alliages peuvent être réglées en fonction des besoins en jouant d'une part sur la composition de l'alliage et d'autre part sur les traitements thermiques auxquels il est soumis. En particulier, les alliages Fe, Co, Cr comprenant 26 à 32% de chrome et 9 à 25% de cobalt ont l'avantage de développer des propriétés magnétiques voisines des alliages quaternaires Fe, Al, Ni, Co et pouvant en outre être découpés et mis en forme, par exemple par estampage ou forgeage. C'est pourquoi on peut les appeler des aimants formables.

Les traitements thermiques susceptibles de développer les propriétés désirées sont assez compliqués et comportent différentes opérations de chauffage, de maintien en température ou de refroidissement avec des vitesses déterminées de variation de température. Cependant, depuis un certain temps, on a constaté qu'il était intéressant de soumettre l'alliage magnétique à une opération de recuit réalisée par exemple vers 650 ° C et en présence d'un champ magnétique élevé, supérieur 160.000 A/m) (2000 Oe).

Le document US-A-4.093.477, par exemple, concerne le traitement d'alliages magnétiques destinés à la production d'aimants permanents. Après un traitement de mise en solution, à une température de 600 ° à 1.300 ° C, l'alliage subit un chauffage en présence d'un champ magnétique à une température de 570 ° à 670 ° C, suivi d'un traitement de vieillissement par refroidissement lent jusqu'à une température de 200 ° C inférieure à la précédente.

Dans tous les cas, le champ magnétique est de 4.000 Oe, c'est-à-dire 320.000 A/m.

Le document BE-A-692.166 concerne la réalisation de lamelles pour noyaux de transformateurs électriques à partir d'une bande laminée à chaud qui subit un traitement de recuit intermédiaire pour recristalliser le métal, puis un allongement dans un laminoir jusqu'à l'épaisseur désirée, la bande laminée étant soumise à un recuit final.

Ce document n'a donc pas le même objet que l'invention qui s'applique exclusivement à la réalisation d'aimants permanents, c'est-à-dire de petites pièces utilisables pour la fabrication de relais, compteurs, transducteurs, etc... En outre, le traitement thermique est différent.

Pour la réalisation de telles pièces et le développement des propriétés magnétiques, il semblait donc nécessaire, jusqu'à présent, d'utiliser un traitement tel que décrit dans le document US-A-4.093.477 et comportant un chauffage de recuit en présence d'un champ magnétique élevé suivi d'un vieillissement par refroidissement lent sans champ magnétique.

Cependant, un tel traitement, s'il donne des résultats très intéressants, présente l'inconvénient de nécessiter l'utilisation d'un électro-aimant ou tout appareil similaire pour la production d'un champ magnétique aussi intense. De ce fait, l'installation est assez coûteuse et difficile d'utilisation.

L'invention a pour objet une nouvelle méthode de réalisation du recuit sous champ magnétique permettant, notamment, d'éviter l'emploi d'un électro-aimant du fait que le champ magnétique utilisé est beaucoup plus faible que dans les méthodes connues auparavant.

Conformément à l'invention, le produit allongé présentant une très grande longueur par rapport à son épaisseur, le traitement thermique est effectué en deux phases séparées l'une de l'autre par une phase de refroidissement, le produit allongé étant d'abord soumis à une première phase de chauffage en présence d'un champ magnétique, puis refroidi rapidement, et soumis à des opérations de découpe et de formage en pièces séparées, lesdites pièces étant ensuite réchauffées dans un four puis soumises à la seconde phase du traitement par refroidissement lent.

Dans le cas où le produit allongé est une bande ou un fil continu susceptible d'être déroulé à partir d'une bobine, la première phase de chauffage avec champ magnétique est réalisée en continu par défilement de la bande ou du fil à l'intérieur d'un four tubulaire muni de moyens de production d'un champ magnétique constitué, de préférence, par un solénoïde alimenté en courant électrique et incorporé au four tubulaire.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, applicable aussi bien à des bandes ou fils continus qu'à des produits sous forme de feuilles ou de barres, on fait stationner dans un four tubulaire muni de moyens de production d'un champ magnétique au moins une partie du produit de longueur correspondant à celle du four, pendant le temps nécessaire à la réalisation de la première phase du traitement.

5 Selon une autre caractéristique intéressante, la bande est mise sous traction pendant la première phase de chauffage en présence d'un champ magnétique.

De façon particulièrement avantageuse, le champ magnétique appliqué pendant la première phase de chauffage peut être inférieur à 80.000 A/m (1000 Oe).

10 L'invention couvre également l'installation pour la réalisation du procédé comprenant un four tubulaire associé à des moyens de production d'un champ magnétique et des moyens de commande du défilement de la bande d'alliage à l'intérieur du four.

Lorsque l'ensemble du traitement et de la préparation des pièces est réalisé au même endroit, l'installation comporte deux fours séparés, respectivement un four tubulaire de réalisation de la première phase de chauffage en présence d'un champ magnétique sur la bande défilant en continu et un four de 15 réalisation de la seconde phase de refroidissement lent sur les pièces découpées, l'installation de découpe et, éventuellement, de formage des pièces étant placées entre les deux fours.

Mais il est possible également de séparer les deux phases du traitement de recuit et l'invention couvre le produit constitué d'une bande continue d'alliage ayant subi la première phase de chauffage avec champ magnétique et pouvant par la suite être découpée en pièces séparées, celles-ci étant enfin soumises à la 20 deuxième phase de refroidissement lent.

L'invention sera mieux comprise par la description détaillée d'un mode de réalisation de pièces magnétiques par le procédé de l'invention, en se référant aux dessins annexés.

La Figure 1 représente très schématiquement et à titre d'exemple une installation pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

25 La Figure 2 est un diagramme des températures du traitement thermique.

L'invention résulte d'une étude réalisée sur des alliages ternaires, Fer, Chrome, Cobalt, élaborés dans un four sous vide dans lequel on réalise successivement une désoxydation au carbone d'un mélange de fer et de cobalt, l'addition de chrome puis du manganèse, la mise à la nuance, et la coulée en chute. Les lingots obtenus subissent plusieurs opérations de transformation à chaud pour la réalisation de barres qui, 30 après refroidissement, sont écrouées. On réalise alors un laminage à chaud des barres pour l'obtention de plats ou de fils qui sont enfin soumis à une trempe à l'eau et, éventuellement à une opération d'écrouissage.

Le traitement thermique auquel est soumis l'alliage peut se définir comme une transformation de phase conduisant au durcissement magnétique par décomposition spinodale de la phase α en deux phases α_1 35 riche en cobalt et fortement magnétique et α_2 , riche en chrome et peu ou pas magnétique.

Pour obtenir le maximum de phase α , le traitement de décomposition spinodale est précédé, de préférence, d'un traitement de recristallisation de courte durée effectué vers 900-950 °C. L'alliage est ensuite soumis à une opération de recuit aux alentours de 600-650 °C qui permet de réaliser la décomposition spinodale. Or on a observé que ce traitement pouvant être effectué en deux phases 40 séparées l'une de l'autre, respectivement une phase d'initiation pendant laquelle il est avantageux d'appliquer sur l'alliage un champ magnétique et une phase de maturation qui, en revanche, ne nécessite pas l'application du champ magnétique. On peut penser que la phase d'initiation permet de conduire une démixion localisée conduisant à une variation périodique de la composition dont la période est réglée avec précision pour avoir des précipités de la phase α_1 dans la phase α_2 , la phase de maturation permettant de 45 provoquer un écart de concentration entre les phases aussi élevé que possible.

Ce traitement de maturation nécessite un temps de maintien en température assez long, de l'ordre de 10 à 20 heures, à une température inférieure à la température du traitement d'initiation, alors que la première phase d'initiation peut être réalisée plus rapidement.

50 En outre, on a constaté que les opérations de découpe et de formage des pièces pouvaient être réalisées après la première phase d'initiation.

Il est donc possible, selon la caractéristique essentielle du procédé, de soumettre l'alliage à la première phase d'initiation lorsqu'il est sous la forme d'une bande continue, puis de découper les pièces et enfin de soumettre celles-ci à la deuxième phase de maturation.

Comme on l'a représenté schématiquement sur la Figure 1, une installation pour la mise en oeuvre du 55 procédé comprendra donc au moins deux enceintes de chauffage séparées, respectivement un premier four 1 pour la réalisation de la première phase d'initiation et un second four 2 pour la réalisation de la phase de maturation. L'alliage se présente sous forme d'une bande 3 qui est déroulée à partir d'une bobine 31 pour s'enrouler sur le tambour 32. La bande 3 défile ainsi suivant une direction longitudinale à l'intérieur du

four 1 de forme tubulaire. Celui-ci est, de préférence, précédé d'un four 11 à l'intérieur duquel est réalisé le traitement de recristallisation à 950 ° C environ.

A la sortie du four 1 est placé un dispositif de découpe 4 qui permet d'obtenir à partir de la bande 3 des pièces séparées 33 ayant la forme voulue et qui, éventuellement après refroidissement, sont dirigées vers le four 2 pour y subir le traitement de maturation.

Le four tubulaire 11 délimite un espace interne allongé 12 dans lequel on fait passer la bande 3. D'autre part, le four 1 est muni de moyens de production d'un champ magnétique, par exemple un solénoïde 13 relié à une source de courant électrique 14 et qui est incorporé à la paroi du four 1 de façon à entourer complètement l'espace central 12 à l'intérieur duquel est ainsi produit le champ magnétique par passage du courant.

Selon un avantage essentiel de l'invention, du fait que le champ magnétique est appliqué sur un produit de longueur très grande par rapport à son épaisseur et ayant par conséquent un champ démagnétisant faible, il n'est pas nécessaire de produire dans le four 1 un champ magnétisant très élevé pour développer les propriétés magnétiques recherchées. En pratique, on a constaté que le champ magnétisant nécessaire qui dépend du résultat recherché et de la composition de l'alliage, pouvait même être inférieur à 80.000 A/m (1000 Oe), alors que, jusqu'à présent, il était nécessaire d'utiliser un champ d'au moins 160.000 A/m (2000 Oe pour des pièces de petites dimensions. On évite donc l'utilisation d'un électro-aimant toujours coûteux. A la sortie du four tubulaire 1, la bande 3 passe dans le dispositif de découpe 4, l'opération de découpe ne modifiant pas la structure magnétique développée.

Un cycle de température a été représenté à titre d'exemple sur la Figure 2 qui est un diagramme indiquant la température de traitement en fonction du temps.

La bande qui est à la température ambiante et se déroule à partir de la bobine 31 passe d'abord dans le four 11 où sa température monte jusqu'à environ 900 ° C, selon le tracé OAB. A partir du point B, la bande passe dans le four tubulaire 1 dans lequel sa température descend jusqu'à une température de l'ordre de 630 ° C en suivant le tracé BC qui est donc effectué en partie en présence du champ magnétique produit par le solénoïde 13, la bande est alors refroidie rapidement selon le tracé CD. De préférence, la découpe des pièces 33 s'effectue à froid. Les pièces 33 sont alors dirigées dans le four 2 où leur température est maintenue pendant le temps nécessaire, par exemple de 10 à 20 heures, à une température décroissant régulièrement de préférence de 610 à 520 ° C

Etant donné que, de préférence, la bande est soumise au défilé, tout d'abord au traitement de recristallisation puis à la phase d'initiation, la durée du maintien en température sera réglée en agissant sur la vitesse de défilement et en fonction des longueurs relatives du four tubulaire 1 et du four de recristallisation 11, le traitement de recristallisation étant appliqué normalement pendant 1/2 heure à 1 heure.

Toutefois, au lieu de réaliser le traitement en continu dans le four tubulaire, on pourrait aussi faire avancer la bande à intervalles réguliers en faisant stationner dans le four une partie de la bande de longueur correspondante pendant le temps nécessaire. On pourrait d'ailleurs procéder de la même façon sur un produit allongé en forme de feuilles ou de barres séparées mais présentant une assez grande longueur par rapport à leurs dimensions transversales pour que le traitement magnétique puisse être effectué sous un champ relativement faible. Les feuilles ou barres se succéderaient alors dans le four en y stationnant le temps nécessaire à la première phase due traitement, les pièces étant ensuite découpées pour subir la seconde phase.

Selon les propriétés que l'on désire développer et la composition de l'alliage, le champ magnétique créé par le solénoïde 13 à l'intérieur du four 1 sera compris entre 8000 et 120.000 A/m (100 à 1500 Oe), par exemple 48.000 A/m (600 Oe).

La structure magnétique obtenue après la première phase d'initiation est permanente et, par conséquent, l'opération de découpe et la deuxième phase de maturation du traitement peuvent être effectuées un certain temps après la réalisation de la première phase. Il est donc possible de traiter d'abord la bande d'alliage en lui faisant subir la première phase d'initiation éventuellement précédée d'un traitement de recristallisation et de la livrer chez l'utilisateur qui réalisera la découpe des pièces et les soumettra à une deuxième phase de maturation, celle-ci pouvant être effectuée de façon assez simple puisqu'elle est appliquée sur des pièces de petites tailles et sans champ magnétique.

A titre de simple exemple, l'invention a été mise en oeuvre de la façon suivante:

55 EXEMPLE N° 1

On prépare par les méthodes conventionnelles d'élaboration et coulée sous vide un lingot de composition en poids Co 10,2%, Cr 28%, Mn 0,5%, Fe reste, et les impuretés habituelles dues aux

EP 0 293 286 B1

procédés de fabrication. Le lingot est ensuite laminé à chaud vers 1200 - 1250 °C et refroidit rapidement. On réalise avec le produit laminé à chaud une bande de 0,75 mm d'épaisseur par laminage à froid.

La bande laminée à froid est ensuite traitée au défilé dans le système des fours représentés figure 1, de telle sorte que dans le premier four 11 la température de la bande atteigne 950 °C pendant environ 30 mn. La distance entre le four 11 et le four 1 ainsi que le calorifugeage sont tels que à partir d'environ 700 °C la bande se refroidit à environ 100 °C/h et entre dans le four 1 dans lequel on applique un champ magnétique à au moins 650 °C. La température du four 1 est réglée à 630 °C et le champ magnétique axial est de 64.000 A/m (800 Oe) la durée de défilement dans le four 1 est d'au moins 30 mn. A la sortie du four 1 la bande est refroidie rapidement et enroulée.

Sur le bande précédemment traitée, on découpe des pièces pour réaliser les mesures et pour l'utilisation: par exemple des disques percés utilisés dans les compteurs des automobiles. Ces pièces sont ensuite traitées dans un four ordinaire dont la température descend progressivement de 620 °C à 520 °C en 20 heures, par exemple le four 2.

Les propriétés magnétiques obtenues sont les suivantes et illustrent l'intérêt du procédé.

Propriété magnétiques	Hc (Oe)	Br (G)	(BH) _{max} (G Oe)
Traitement sans application du champ	410	9 100	1,5 . 10 ⁶
Traitement avec application d'un champ de 800 Oe	590	12.600	5,2 . 10 ⁶

(1 Oe = 79.6 Am⁻¹ ; 1 G = 10⁻⁴ T)

EXEMPLE 2

On utilise la même bande que dans l'exemple N° 1 mais avant de procéder au traitement au défilé dans les fours 11 et 1, cette bande est soumise à un traitement à 950 °C pendant une heure sous hydrogène et refroidie rapidement à la fin du traitement.

Cette bande prétraitée, est ensuite traitée au défilé dans les fours représentés figure 1. Au cours de ce traitement au défilé la bande est soumise à une traction uniaxiale dans le sens de la longueur de 10 kg mm⁻² environ.

La température du four 11 est de 700 °C et la bande entre dans le four 1 à 650 °C. La température du four 1 est réglée à 630 °C et le champ magnétique axial vaut 64.000 A/m (800 Oe). La durée de défilement dans le four 1 est de 40 mn. A la sortie du four 1 la bande est rapidement refroidie et enroulée.

Des pièces sont découpées dans la bande ainsi traitée sous champ magnétique et sous traction. Ces pièces subissent ensuite le traitement de maturation dans un four classique où la température s'abaisse progressivement de 620 °C à 500 °C en 20 heures. Un traitement complémentaire à 500 °C de 24 heures est bénéfique. Les propriétés obtenues sont les suivantes:

Hc (Oe)	Br (G)	(BH) _{max} (G Oe)
610	12 600	5,2 . 10 ⁶

(1 Oe = 79.6 Am⁻¹ ; 1 G = 10⁻⁴ T)

EXEMPLE N° 3

Un alliage à Co = 12%, Cr = 28%, Mn = 0,5% en poids, le solde étant du fer et les impuretés habituelles, est élaboré sous vide et coulé en lingots. Les lingots sont ensuite laminés à chaud en bandes de 5 mm, puis laminés à froid en bandes de 1 mm d'épaisseur.

EP 0 293 286 B1

La bande est ensuite soumise à un traitement de 1/2 heure à 1050 °C sous hydrogène. Ce traitement se termine par un refroidissement rapide.

La bande est ensuite cisailée à la largeur nécessaire à l'application et coupée en tronçons de 1,5 mètres. Ces tronçons sont ensuite assemblés en fagots de petit diamètre et disposés dans le four 1.

5 La température du four 1 est portée rapidement vers 700 °C puis on le laisse refroidir jusqu'à 620 °C à une vitesse d'environ 100 °C/h. A partir de 650 °C on applique le champ magnétique de 64.000 A/m (800 Oe). La durée du maintien à 620 °C est de une heure. A la fin de ce traitement à 620 °C les fagots de bandes sont refroidis rapidement.

10 Les pièces pour mesure et utilisation sont découpées dans les bandes et traitées ensuite dans un four dont la température descend de 620 °C à 520 °C en 20 heures. Un traitement complémentaire de 24 heures à 500 °C améliore encore les propriétés magnétiques.

Les propriétés obtenues à la suite de cet ensemble de traitement sont les suivantes:

15

Hc (Oe)	Br (G)	(BH) (G Oe) má x
650	12 400	5,3 . 10 ⁶

20 $(1 \text{ Oe} = 79.6 \text{ Am}^{-1} ; 1 \text{ G} = 10^{-4} \text{ T})$

25 Bien entendu, l'invention ne se limite pas aux détails du mode de réalisation qui vient d'être décrit et qui pourrait faire l'objet de variantes sans d'écarter du cadre de protection défini par les revendications. En particulier, les températures de traitement ont été indiquées pour un alliage comprenant sensiblement 10% de cobalt mais pourraient être modifiées en fonction des propriétés recherchées et de la composition de l'alliage. D'ailleurs, il serait possible de réaliser des traitements thermiques plus complexes comprenant notamment différents paliers de températures éventuellement séparés par des phases de refroidissement plus ou moins rapides. En effet même lorsque le traitement est réalisé sur l'alliage sous forme de bande, on peut disposer les fours les uns à la suite des autres en les séparant par des zones calorifugées pour réaliser les différentes températures souhaitées.

30 Bien entendu, si le terme de "bande" a été utilisé dans le texte, l'invention couvre également l'utilisation de tout produit allongé, tel qu'un fil continu ou bien des feuilles ou des barres, le produit pouvant, en section transversale, être adapté à la forme des pièces. De même, après leur découpe, celles-ci peuvent subir diverses opérations de mise en forme, par exemple par forgeage.

35 Par ailleurs, il pourrait être intéressant, en réglant les vitesses relatives de déroulement et d'enroulement de la bande ou bien au moyen d'un dispositif associé au four, d'exercer sur le produit une certaine traction de façon à combiner l'action de celle-ci avec celle de la température et du champ magnétique. Ce dernier peut d'ailleurs être créé par différents moyens connus, en utilisant un courant continu ou un courant alternatif et, en adaptant le circuit, le courant électrique pourrait d'ailleurs produire simultanément le champ magnétique et le chauffage du four.

Revendications

45 1. Procédé de réalisation de pièces à usage magnétique constituées en un alliage métallique se présentant sous forme d'un produit allongé (3) à partir duquel les pièces (33) sont découpées, ledit alliage étant soumis, de façon connue en soi, à un traitement thermique comportant un chauffage en présence d'un champ magnétique et un refroidissement lent,

50 caractérisé par le fait que le produit allongé (3) présentant une très grande longueur par rapport à son épaisseur, le traitement thermique est effectué en deux phases séparées l'une de l'autre par une phase de refroidissement, le produit allongé (3) étant d'abord soumis à une première phase de chauffage en présence d'un champ magnétique, puis refroidi rapidement et soumis à des opérations de découpe et de formage en pièces séparées (33), lesdites pièces (33) étant ensuite réchauffées dans un four puis soumises à la seconde phase du traitement par refroidissement lent.

55 2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le produit allongé (3) est une bande ou un fil continu susceptible d'être déroulé à partir d'une bobine, caractérisé par le fait que la première phase de chauffage en présence d'un champ magnétique est réalisée en continu par défilement de la bande ou

du fil (3) le long d'un four tubulaire (4) muni de moyens (13) de production d'un champ magnétique.

- 5 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la première phase de chauffage en présence d'un champ magnétique est réalisée dans un four tubulaire (4) de grande longueur, muni de moyen (13) de production d'un champ magnétique, dans lequel on fait stationner au moins une partie de longueur correspondante du produit pendant le temps nécessaire à la réalisation de la première phase du traitement.
- 10 4. Procédé selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé par le fait que le champ magnétique est produit par passage de courant électrique dans un conducteur (13) incorporé au four tubulaire (1).
- 15 5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que, pendant l'application de la phase de chauffage sous champ magnétique, la bande (3) est mise sous tension.
- 20 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'alliage métallique est un alliage magnétique à base de Fer, Cobalt et Chrome.
- 25 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le champ magnétique appliqué pendant la première phase de chauffage du traitement peut être inférieure à 80.000 A/m (1000 Oe).
- 30 8. Procédé selon la revendication 6, caractérisé par le fait que la première phase de chauffage sous champ magnétique est réalisée à une température comprise entre 600 et 650 °C et que la seconde phase de refroidissement lent est réalisée à une température comprise entre 500 et 600 °C.
- 35 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'avant d'être soumise à la première phase de chauffage sous champ magnétique, la bande d'alliage (3) est soumise à un traitement de recristallisation à une température comprise entre 900 et 950 °C pendant un temps de 1/2 à 1 h.
- 40 10. Produit pour la réalisation de pièces (33) à usage magnétique, caractérisé par le fait qu'il est constitué d'une bande ou d'un fil métallique allongé (3) ayant subi la première phase de chauffage sous champ magnétique du procédé selon l'une des revendications précédentes et dans laquelle des pièces (33) peuvent, par la suite, être découpées et soumises à la deuxième phase de refroidissement lent.
- 45 11. Installation de réalisation de pièces à usage magnétique à partir d'un produit allongé (3) en un alliage métallique dans lequel les pièces sont découpées, ledit alliage subissant un traitement thermique réalisé en présence d'un champ magnétique, caractérisée par le fait qu'elle comprend un four tubulaire (1) associé à des moyens (13) de production d'un champ magnétique et à des moyens (31, 32) de commande du passage du produit (3) dans le four tubulaire (1), ce dernier étant associé à des moyens de réglage du temps de passage du produit, de la température et du champ magnétique de façon à réaliser une première phase de chauffage sous champ magnétique du traitement pendant le défilement de la bande d'alliage, le traitement thermique comprenant une deuxième phase de refroidissement lent réalisée sans champ magnétique sur les pièces découpées dans la bande après la première phase de chauffage.
- 50 12. Installation selon la revendication 11 caractérisée par le fait qu'elle comprend deux fours séparés (1) et (2) pour la réalisation des deux phases du traitement respectivement sur le produit allongé (3) et sur les pièces découpées (33) et un dispositif (4) de découpe des pièces (33) placé entre les deux fours (1) et (2).
- 55 13. Installation selon la revendication 11, caractérisée par le fait que les moyens de production du champ magnétique sont constitués par un solénoïde (13) incorporé dans la paroi du four tubulaire (1) et alimenté en courant électrique.
14. Installation selon la revendication 13, caractérisée par le fait que le solénoïde (13) est alimenté en courant alternatif.

15. Installation selon l'une des revendications 11 à 14, caractérisée par le fait que, le produit allongé (3) étant constitué d'une bande ou d'un fil continu enroulé sur une bobine (31) l'installation comprend des moyens de commande du déroulement de la bobine (31) et du défilement du produit (3) à l'intérieur du four.

5

16. Installation selon l'une des revendications 11 et 12, caractérisé par le fait que le four est associé à des moyens de mise sous tension du produit (3) à l'intérieur du four.

Claims

10

1. A process for producing articles for magnetic use which consist of a metal alloy in the form of an elongated product (3) from which the articles (33) are cut, the said alloy being subjected in a manner known per se to a heat treatment comprising heating in the presence of a magnetic field, and a slow cooling, characterized in that the elongated product (3) having a very great length with regard to the width thereof, the heat treatment is carried out according to two phases separated each other by a cooling phase, the elongated product (3) being first subjected to a first heating phase in the presence of a magnetic field then rapidly cooled and subjected to cutting and shaping operations for forming separated articles (33), said articles (33), being then reheated in a furnace and subjected to the second treating phase by slow cooling.

15

20

2. A process according to claim 1, in which the elongated product (3) is a continuous strip or wire capable of being unrolled from a coil characterized in that the first phase of heating in the presence of a magnetic field is carried out continuously by passing the strip or wire (3) inside a tubular furnace (4) provided with means (13) for producing a magnetic field.

25

3. A process according to claim 1, characterized in that the first phase of heating in the presence of a magnetic field is carried out in a tubular furnace (4) of great length, provided with means (13) for producing a magnetic field, in which at least a part of corresponding length of the product is kept stationary for the time necessary for carrying out the first phase of the treatment.

30

4. A process according to one of claims 2 and 3, characterized in that the magnetic field is produced by passing electric current in a conductor (13) incorporated in the tubular furnace (1).

35

5. A process according to claim 1, characterized in that during the application of the phase of heating in the magnetic field, the strip (3) is put under traction.

6. A process according to one of the preceding claims, characterized in that the metal alloy is a magnetic alloy based on iron, cobalt and chromium.

40

7. A process according to one of the preceding claims, characterized in that the magnetic field applied during the first phase of heating of the treatment can be lower than 80,000 A/m (1,000 oe).

45

8. A process according to claim 6, characterized in that the first phase of heating in a magnetic field is carried out at a temperature between 600 and 650 °C, and the second phase of slow cooling is carried out at a temperature between 500 and 600 °C.

50

9. A process according to one of the preceding claims, characterized in that before being subjected to the first phase of heating in a magnetic field, the strip of alloy (3) is subjected to a recrystallization treatment at a temperature between 900 and 950 °C for a period of 1/2 to 1 h.

55

10. A product for producing articles (33) for magnetic use, characterized in that it is constituted by an elongated metal strip or wire (3) which has undergone in a magnetic field the first phase of heating of the process as claimed in one of the preceding claims, and from which articles (33) can consequently be cut out and subjected to the second phase of low cooling.

11. An apparatus for producing articles for magnetic use from an elongated product (3) of a metal alloy from which the articles are cut out, said alloy undergoing a heat treatment carried out in the presence of a magnetic field, characterized in that it comprises a tubular furnace (1) connected to means (13) for

producing a magnetic field and to means (31,32) for controlling the passage of the product (3) through the tubular furnace (1), the latter being connected to means for regulating the time of passage of the product, the temperature and the magnetic field so as to carry out a first phase of heating in a magnetic field of the treatment during the passage of the strip of alloy, the heat treatment comprising a second phase of slow cooling carried out without a magnetic field on the articles cut out of the strip after the first phase of heating.

12. An apparatus according to claim 11, characterized in that it comprises two separate furnaces (1) and (2) for carrying out the two phases of the treatment respectively on the elongated product (3) and on the cut-out articles (33) and a device (4) for cutting out articles (33), which device is placed between the two furnaces (1) and (2).

13. An apparatus according to claim 11, characterized in that the means for producing the magnetic field are constituted by a solenoid (13) incorporated in the wall of the tubular furnace (1) and fed with electric current.

14. An apparatus according to claim 13, characterized in that the solenoid (13) is fed with alternating current.

15. An apparatus according to one of claims 1 to 14, characterized in that when said elongated product (3) consists in a continuous strip or wire which is rolled around a coil (31), the apparatus comprises means for controlling the unrolling of the winding (31) and the passage of the product (3) inside the furnace.

16. An apparatus according to one of claims 11 and 12 characterized in that the furnace is combined with means for putting the product (3) under tension inside the furnace.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Gegenständen für magnetische Verwendung, bestehend aus einer Metalllegierung in Form eines gestreckten Erzeugnisses (3), aus dem die Teile (33) ausgestanzt werden, wobei die Legierung in an sich bekannter Weise einer Wärmebehandlung mit Erhitzung in Gegenwart eines Magnetfeldes und langsamer Abkühlung unterzogen wird, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem eine im Verhältnis zu seiner Stärke sehr grosse Länge aufweisende gestreckte Erzeugnis (3) die Wärmebehandlung in zwei durch eine Abkühlungsphase von einander getrennten Phasen erfolgt, wobei das Erzeugnis zuerst eine erste Erhitzungsphase in Gegenwart eines Magnetfeldes, dann eine rasche Abkühlung, und dann Arbeitsgänge zum Ausstanzen und Umformen in getrennte Teile (33) durchläuft, wobei diese Teile (33) dann in einem Ofen erhitzt werden und dann in der zweiten Behandlungsphase eine langsame Abkühlung erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das gestreckte Erzeugnis (3) ein kontinuierliches von einer Rolle ablaufbares Band oder Draht ist, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Erhitzungsphase in Gegenwart eines Magnetfeldes bei kontinuierlichem Durchlauf vom Band oder Draht (3) entlang eines Mittel (13) zur Magnetfelderzeugung aufweisenden Rohrofens (4) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Erhitzungsphase in Gegenwart eines Magnetfeldes in einem Mittel (13) zur Magnetfelderzeugung aufweisenden Rohrofen (4) grosser Länge erfolgt, in dem mindestens ein Teil entsprechender Länge des Erzeugnisses während der zur Durchführung der ersten Behandlungsphase erforderlichen Zeit verweilt,

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 und 3, dass die Magnetfelderzeugung durch den Stromdurchfluss in einer in dem Rohrofen (1) eingebauten Leitung (13) erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Band (3) während der Durchführung der Erhitzungsphase mit einem Magnetfeld unter Spannung steht.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Metalllegierung eine Magnetlegierung aus Eisen, Kobalt und Chrom ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das während der ersten Erhitzungsphase der Behandlung angelegte Magnetfeld unter 80.000 A/m (1000 Oe) liegen kann.
- 5 8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Erhitzungsphase mit dem Magnetfeld bei einer Temperatur zwischen 600 und 650° C durchgeführt wird, und dass die Durchführung der zweiten langsamen Abkühlungsphase bei einer Temperatur zwischen 500 und 600° C erfolgt.
- 10 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Durchführung der ersten Erhitzungsphase mit dem Magnetfeld das Legierungsband (3) einer Rekristallisationsbehandlung bei einer Temperatur zwischen 900 und 950° C während 30 Minuten bis 1 Stunde unterzogen wird.
- 15 10. Erzeugnis zum Herstellen von Gegenständen (33) für magnetische Verwendung, dadurch gekennzeichnet, dass es aus einem gestreckten Metallband bzw. -draht (3) besteht, bei dem eine erste Erhitzungsphase mit dem Magnetfeld nach dem Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche durchgeführt wurde, und aus dem nachträglich Gegenstände (33) ausgestanzt und einer zweiten langsamen Abkühlungsphase unterzogen werden können.
- 20 11. Vorrichtung zum Herstellen von Gegenständen für magnetische Verwendung aus einem gestreckten Erzeugnis (3) aus einer Metalllegierung, in dem die Teile ausgestanzt werden, wobei diese Legierung einer Wärmebehandlung in Gegenwart eines Magnetfeldes unterzogen wird, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Rohrofen (1) mit zugehörigen Mitteln (13) zur Magnetfelderzeugung und zugehörigen Mitteln (31, 32) zur Durchlaufsteuerung des Erzeugnisses (3) in dem Rohrofen (1) umfasst, wobei
25 letzterem Mittel zur Regelung der Erzeugnisdurchlaufzeit, der Temperatur und des Magnetfeldes zur Durchführung einer ersten Erhitzungsphase der Behandlung mit dem Magnetfeld während des Durchlaufes des Legierungsbandes zugeordnet sind, wobei die Wärmebehandlung eine zweite langsame Abkühlungsphase der in dem Band ausgestanzten Teile umfasst, die nach der ersten Erhitzungsphase ohne Magnetfeld erfolgt
- 30 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass sie zwei getrennte Öfen (1) und (2) zur Durchführung der beiden Behandlungsphasen, jeweils für das gestreckte Erzeugnis (3) und für die ausgestanzten Teile (33) umfasst, sowie eine zwischen den beiden Öfen (1) und (2) angeordnete Stanzvorrichtung (4) der Teile (33).
- 35 13. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetfeld-Erzeugungsmittel aus einem in der Wand des Rohrofens (1) eingebauten, mit Strom versorgten Solenoïd (13) besteht.
- 40 14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Solenoïd (13) mit Wechselstrom versorgt wird.
- 45 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass, wobei das gestreckte Erzeugnis (3) aus einem kontinuierlichen auf einer Rolle (31) aufgewickelten Band bzw. Draht besteht, die Vorrichtung Steuermittel zur Abwicklung der Rolle (31) und zum Durchlauf der Erzeugnisses (3) im Ofeninneren aufweist.
- 50 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, dass dem Ofen Mittel zur Unterspannungssetzung des Erzeugnisses (3) im Ofeninneren zugeordnet sind.

50

55

