

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 82 09640

⑤④ Procédé pour diffuser au moins un élément prédéterminé dans la surface d'une pièce à base de fer, et procédé de fabrication d'une telle pièce.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. ³). C 23 C 1/14.

②② Date de dépôt..... 3 juin 1982.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : *EUA, 8 juin 1981, n° 06/271 128.*

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 49 du 10-12-1982.

⑦① Déposant : RAUSCH John Jacob, VAN THYNE Ray Joseph et Société dite : MATERIAL SCIENCES CORPORATION, résidant aux EUA.

⑦② Invention de : John Jacob Rausch et Ray Joseph Van Thyne.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Rinuy, Santarelli,
14, av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 620 816 décrit un procédé d'alliage par diffusion de la surface d'une pièce ferreuse dans un milieu de plomb fondu. Dans ce procédé, des éléments tels que du chrome sont dissous
5 dans le plomb fondu, et ce dernier est placé en contact avec la pièce ferreuse à surfacier. L'élément de diffusion s'allie à la surface de la pièce par diffusion métallique dans cette surface à des températures élevées. Le procédé a été appliqué simultanément à de nombreuses petites pié-
10 ces dont la liaison les unes aux autres doit être évitée. Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 778 299 décrit un procédé évitant la liaison des pièces entre elles lors du traitement d'un grand nombre de petites pièces. Dans ces cas, les pièces ne doivent pas se toucher pendant le
15 traitement.

Cependant, il existe des situations dans lesquelles la pièce devant faire l'objet d'un alliage superficiel doit être en contact avec un certain autre élément pendant le déroulement du procédé. Par exemple, la pièce
20 peut être maintenue assemblée par un montage pendant le traitement, auquel cas il est nécessaire que le montage ne soit pas lié à la pièce. De plus, l'alliage en surface d'une feuille à base de fer peut être réalisé dans un bain de dimension relativement petite dans lequel cette
25 feuille est d'abord enroulée. Après l'achèvement du traitement, la feuille peut être déroulée. Il est important d'empêcher la liaison entre deux points des spires adjacentes de l'enroulement.

L'invention a donc pour objet un procédé perfectionné pour l'alliage superficiel de pièces. L'invention a
30 également pour objet d'empêcher la liaison de pièces à des montages avec lesquels elles sont traitées. L'invention a pour autre objet un procédé perfectionné de fabrication d'une feuille à base de fer, alliée en surface.
35 L'invention a également pour autre objet un procédé dans lequel une feuille à base de fer peut être alliée en surface dans une cuve de dimensions relativement faibles.

L'invention concerne donc un procédé de diffusion d'au moins un élément prédéterminé dans la surface d'une pièce à base de fer, tout en minimisant la liaison de la pièce à un élément avec lequel elle est en contact pendant son traitement, ce procédé consistant soit à réaliser l'élément dans une matière d'arrêt, soit à placer une couche d'arrêt entre l'élément et la pièce, à mettre en contact la pièce avec un bain d'alliage en fusion constitué essentiellement de plomb et d'au moins ledit élément prédéterminé, afin de former une couche qui diffuse dans la pièce, mais pratiquement pas dans l'élément, et à séparer la pièce de l'élément.

Dans une application particulière de ce procédé, la pièce est une feuille à base de fer qui est enroulée pour former une bobine. Pendant l'enroulement, un élément d'arrêt est interposé entre les spires formées par la feuille afin d'empêcher des points de cette dernière de se lier à d'autres points de la même feuille pendant le traitement.

L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemples nullement limitatifs et sur lesquels:

. la figure 1 est une élévation d'un barreau autour duquel est enroulé un fil métallique qui est soumis à des essais destinés à comparer certaines caractéristiques obtenues avec l'utilisation d'une couche d'arrêt et sans utilisation de cette couche;

. la figure 2 est une coupe suivant la ligne 2-2 de la figure 1;

. la figure 3 est une élévation schématique, avec coupe partielle, d'un tube scellé contenant la pièce de la figure 1, cette vue montrant comment la pièce est traitée;

. la figure 4 est une vue en perspective d'une deuxième forme de réalisation de l'invention dans laquelle une feuille est mise sous la forme d'une bobine et un fil métallique est utilisé pour séparer les spires adjacentes

de cette bobine;

. la figure 5 est une coupe partielle, à échelle agrandie, suivant la ligne 5-5 de la figure 4;

5 . la figure 6 est une élévation schématique, avec coupe partielle, d'un tube scellé contenant la bobine des figures 4 et 5, cette vue montrant comment la bobine est traitée;

10 . la figure 7 est une vue en plan de plusieurs plaques séparées par des fils métalliques et soumises à des essais destinés à comparer certaines caractéristiques obtenues avec l'utilisation d'une couche d'arrêt et sans utilisation de cette couche;

. la figure 8 est une coupe partielle, à échelle agrandie, suivant la ligne 8-8 de la figure 7;

15 . la figure 9 est une élévation schématique, avec coupe partielle, d'un tube scellé contenant la pièce représentée sur les figures 7 et 8;

20 . la figure 10 est une vue de dessus d'une autre forme de réalisation de l'invention dans laquelle une feuille à base de fer est enroulée pour former une bobine et une feuille comportant des saillies est utilisée pour séparer les spires adjacentes formées par la première feuille;

. la figure 11 est une vue partielle en plan d'une extrémité de la feuille; et

25 . la figure 12 est une élévation partielle, à échelle agrandie, du détail indiqué en "12" sur la figure 10.

30 Pour allier la surface d'une pièce à base de fer, cette dernière est placée dans un bain de plomb fondu qui contient au moins un élément diffusant tel que du chrome. Le chrome peut être sous forme élémentaire ou sous diverses formes alliées telles que le ferrochrome. De l'aluminium peut être utilisé dans certains cas comme élément diffusant ou comme élément diffusant supplémentaire. La
35 température du bain est comprise entre 870 et 1370°C et les pièces sont placées dans le bain pendant une durée de l'ordre de quelques minutes à 24 heures. Le chrome diffuse

alors dans les surfaces de la pièce pour former une surface chromée, ou bien il diffuse à travers la pièce. Lors de la mise en oeuvre d'un tel procédé, il est parfois nécessaire d'utiliser un montage ou autre élément analogue avec la

5 pièce. Par exemple, il peut être nécessaire d'utiliser une bride qui maintient assemblées deux parties de la pièce. Dans ce cas, pendant que l'élément diffusant diffuse dans les surfaces de la pièce, il est important que les surfaces du montage ne fassent pas l'objet d'une diffusion

10 risquant de lier la pièce au montage. La diffusion dans les surfaces du montage doit être au moins minimisée afin que la pièce puisse être aisément séparée avec une dégradation minimale de ses surfaces. Selon l'invention, cette liaison est évitée ou au moins minimisée par la mise en

15 place d'une couche d'arrêt entre la pièce à allier en surface et le montage ou autre élément, ou bien par réalisation du montage ou autre élément en une matière d'arrêt.

Pour évaluer les caractéristiques des diverses

20 couches d'arrêt, on a réalisé la pièce 20 montrée sur les figures 1 et 2. Cette pièce 20 comprend un barreau cylindrique 22 entouré d'un fil métallique 24. Les extrémités de ce fil 24 sont introduites dans des trous proches des extrémités du barreau 22. Plusieurs essais sont effectués

25 avec la pièce 20, essais pour lesquels la composition du barreau 22 et son traitement sont toujours les mêmes. Lors de chaque essai, le barreau 22 présente un diamètre de 9,525 mm et une longueur de 25,4 mm. Le fil 24 présente dans chaque cas un diamètre de 1,575 mm et il est composé

30 d'acier doux (0,01% en poids de carbone).

Lors de chaque essai, la pièce 20 est traitée à l'aide de l'appareil représenté sur la figure 3, qui comprend un tube 30 auquel est soudé un couvercle 32 portant un tube 34 orienté vers le haut. Le tube 30 présente un diamètre de 50,8 mm et il contient un bain

35 d'alliage fondu dans lequel l'agent de transfert est du plomb 36. Lors des essais, 2 000 g de plomb sont placés

dans le tube 30. Le bain contient également un élément diffusant 38 et la pièce 20. Au cours de ces essais, le tube contient 20 g de chrome élémentaire de qualité pour vide (99,4% de chrome, en poids). Un disque perforé 40, 5 maintenu en position par des anneaux 42 de retenue, empêche la pièce 20 de flotter. Les perforations sont assez petites pour empêcher le passage du chrome 38. Lors de l'assemblage de l'appareil, la pièce 20 et le chrome 38 sont introduits dans le tube 30. Puis ce dernier est 10 déformé pour constituer l'anneau 42 le plus bas, le disque 40 est introduit en position, puis l'anneau supérieur 42 est réalisé par déformation de la paroi du tube 30. Un morceau de plomb solide est placé sur le disque 40 et le couvercle 32 est soudé en position. Un tube rapporté 15 (non représenté) est utilisé pour faire le vide dans l'espace non occupé par le plomb.

Le tube fermé 30 est introduit dans un four (non représenté) afin de faire fondre le morceau de plomb et de produire le plomb fondu 36. Au cours de ces essais, 20 le traitement a lieu à une température de 1093°C pendant 4 heures. Le chrome diffuse dans les surfaces de la pièce 20 par l'intermédiaire du plomb qui se comporte comme un agent de transfert. Les détails de ce traitement sont décrits dans le brevet n° 3 620 816 précité. Il convient 25 de noter que l'appareil n'est représenté que schématiquement sur la figure 3 et qu'un certain nombre de types différents et de formes différentes de récipients peut être utilisé.

Après le traitement, la pièce 20 est retirée 30 du bain et coupée transversalement en deux morceaux de même longueur. Un morceau est immergé dans une solution d'acide nitrique en ébullition afin d'éliminer tout plomb résiduel adhérent. L'autre morceau est monté dans de la "BAKELITE", meulé et poli afin que la nature de toute 35 liaison entre le fil 24 et le barreau 22 puisse être déterminée par examen métallographique.

L'importance de la liaison du morceau qui a été

nettoyé à l'acide est déterminée par maintien du barreau 22 dans un étau et prise de l'extrémité coupée du fil 24 à l'aide d'une paire de pinces, puis traction pour séparer le fil 24 du barreau 22. L'amplitude de l'effort est notée lors de chaque essai.

Au cours du premier essai, le barreau 22 est composé de la même matière que le fil 24, à savoir de l'acier doux. Il est apparu qu'une force considérable est nécessaire pour séparer le fil 24 du barreau 22, ce qui indique qu'un degré important de liaison par diffusion s'est produit entre les deux éléments. Un examen métallographique du morceau monté indique la formation d'une liaison par diffusion importante, la largeur de la liaison étant d'environ 0,2 mm.

On procède à quatre essais au cours desquels la composition du barreau 22 et son traitement sont tels qu'il se forme une couche d'arrêt entre le barreau 22 et le fil 24. Lors de chaque essai, la composition du fil 24 et les paramètres de traitement sont tels que décrits ci-dessus. Lors du premier de ces quatre essais, le barreau 22 est réalisé en acier inoxydable du type 304 qui a été préalablement oxydé à 870°C pendant une heure dans l'air afin qu'il se forme une couche d'arrêt constituée d'oxyde. Après que la pièce 20 a été coupée en deux morceaux et traitée, il est apparu que pratiquement aucune force n'est demandée pour séparer le fil 24 du barreau 22 du morceau nettoyé à l'acide, et que le morceau monté ne présente pas de liaison par diffusion pouvant être décelée entre le fil 24 et le barreau 22.

Lors de l'essai suivant, le barreau 22 est constitué d'acier inoxydable du type 446, ayant été préalablement oxydé à 870°C pendant une heure dans l'air. On obtient pratiquement les mêmes résultats qu'avec le barreau d'acier inoxydable 304 traité.

Lors de l'essai suivant, le barreau 22 est constitué de fer doux chromé par électrodéposition sur une épaisseur de 0,05 mm et ensuite nitruré dans de l'azote

moléculaire à 1093°C pendant deux heures. On obtient pratiquement les mêmes résultats que ceux obtenus avec les barreaux d'acier inoxydable.

5 Lors de l'essai suivant, le barreau 22 est constitué d'acier inoxydable 446 chromé par électrodéposition sur 0,05 mm d'épaisseur, puis traité au bore à 1093°C pendant 4 heures. La pièce nettoyée à l'acide exige une certaine force pour séparer le fil 24 du barreau 22, cette force n'étant cependant pas aussi grande que celle demandée lors du premier essai au cours duquel aucune couche d'arrêt n'était utilisée. Un examen métallographique du mor-
10 ceau monté montre une liaison discontinue d'une largeur de plus de 0,025 mm.

15 Il est possible d'utiliser d'autres couches d'arrêt pour atténuer ou empêcher la liaison par diffusion entre un organe tel qu'un montage et une pièce à traiter. Un montage à base de fer peut être utilisé s'il possède, par exemple, suffisamment de carbone, auquel cas il est possible de former une couche d'arrêt fer-chrome-carbure.
20 De plus, l'organe peut contenir d'autres éléments formant des carbures thermiquement stables comme couches d'arrêt. Des organes contenant du chrome ou du titane peuvent former des couches d'arrêt constituées d'oxydes, de nitrures ou de borures. Des organes contenant de l'aluminium ou du
25 silicium peuvent former des couches d'arrêt constituées d'oxydes ou de nitrures.

Des métaux réfractaires comprenant le tungstène, le molybdène, le tantale et le columbium et leurs alliages forment des couches d'arrêt efficaces. Le taux des interactions de diffusion entre ces métaux et le fer est très
30 faible. Etant donné leur solubilité relativement faible dans le plomb, ils peuvent être utilisés efficacement comme composants de structure et montages, auquel cas il est inutile d'utiliser une couche d'arrêt rapportée.

35 Un objet important de l'invention est de permettre l'alliage de surface d'une feuille à base de fer dans un espace relativement réduit. A cet effet, il a été

proposé d'enrouler la feuille en une bobine, puis d'allier la surface de la feuille. Lorsque l'on procède ainsi, il est important que des espaces ou canaux soient ménagés entre les spires adjacentes de la bobine pour permettre l'écoulement du bain de traitement. On a procédé à un essai au cours duquel aucune couche d'arrêt n'était interposée entre le milieu de séparation et la feuille.

Cet essai sera à présent décrit en détail en regard des figures 4 et 5. La pièce 50 représentée est sensiblement cylindrique et présente un centre cylindrique ouvert 51. Une feuille 52 de matière à base de fer est bobinée ou enroulée autour d'un moyeu (non représenté) pour former une bobine ou une spirale. Deux fils métalliques continus 54 de séparation, espacés latéralement, maintiennent les spires adjacentes de la feuille 52 espacées les unes des autres, comme représenté. Lors de cet essai, le fil 54 est constitué de deux brins torsadés. Deux fils métalliques 36 sont enroulés autour de la spire extérieure de la feuille bobinée 52. Lors de la réalisation de la pièce 50, on utilise une alimentation en feuille 52 et deux alimentations en fil 54. Les extrémités des deux alimentations en fil 54 sont placées sur un moyeu cylindrique (non représenté), à proximité de ses côtés. L'extrémité de la feuille 52 est placée sur le dessus des extrémités des fils 54. La feuille 52 et les deux fils 54 sont ensuite enroulés simultanément autour du moyeu jusqu'à ce que l'on obtienne un cylindre de diamètre souhaité. La feuille 52 et les fils 54 sont ensuite coupés, et deux longueurs de fil 56 sont passées autour de la spire extérieure. Le moyeu est ensuite retiré.

Dans un exemple particulier, la pièce 50 est constituée d'une feuille 52 composée d'acier doux contenant environ 0,1% en poids de carbone, ayant une largeur de 101 mm et une épaisseur de 0,89 mm. Cette feuille est enroulée pour former une bobine de 20 spires. Chaque brin du fil 54 a un diamètre de 0,76 mm et il contient environ 0,1% en poids de carbone. Le centre 51 présente un

diamètre de 76 mm.

La pièce 50 est traitée dans l'équipement représenté sur la figure 6. Un couvercle 62 est soudé sur une cornue 60 et est traversé par un tube 64 faisant saillie vers le haut et pouvant exécuter un mouvement alternatif. La cornue 60 contient un bain d'alliage dans lequel l'agent de transfert est du plomb 66. Deux cages grillagées 68, contenant un élément 70 de diffusion, sont fixées au tube 64 d'entraînement, au-dessus et au-dessous de la pièce 50. Le vide est fait, au moyen d'un tube (non représenté) dans la zone 72 de la cornue 60 non occupée par le plomb, et cette zone est de préférence remplie d'un gaz inerte. La cornue 60 est placée à l'intérieur d'un four. Pendant le chauffage, le tube 64 est animé d'un mouvement oscillant afin de faire monter et descendre la pièce 50.

Au cours d'un essai réel, on utilise un tube 64 d'un diamètre de 25,4 mm, passant librement dans le centre 51 de 76 mm de la pièce 50. Le canal hélicoïdal continu ou les espaces entre les spires adjacentes de la feuille est disposé verticalement afin que le plomb puisse s'y écouler. Le fait que chacun des fils 54 de séparation possède deux brins établit un intervalle tel que le bain peut s'écouler dans les espaces et entrer en contact avec les surfaces de la feuille 52 pour y diffuser le chrome. Chaque cage 68 est constituée de 135 grammes de chrome de qualité pour vide, d'une pureté de 99,4%. La cornue 60 présente un diamètre de 203 mm et elle contient 91 kg de plomb 66. Le vide est fait dans la zone 72 et cette dernière est remplie d'argon et chauffée à environ 480°C. Puis la pièce 50 et les cages 68 sont plongées dans le plomb 66. Le chauffage continue. A 815°C, une charge de 35 grammes d'aluminium de pureté industrielle est ajoutée au bain. Le chauffage est poursuivi jusqu'à ce qu'une température de 927°C soit atteinte. Le tube 64 est animé d'un mouvement alternatif au bout de chaque période de quelques secondes, sur une course verticale de 7,5 cm. La pièce 50 est traitée de

cette manière pendant 20 heures, puis la cornue 60 est refroidie et la pièce 50 est retirée.

Un examen métallographique montre la formation d'une couche uniforme d'alliage par diffusion d'environ 63,5 micromètres sur les zones de la feuille 52 ne se trouvant pas à proximité immédiate des fils 54 d'espacement. Une analyse à la microsonde montre les profils de composition suivants dans la couche de diffusion:

10	Distance de la surface (micromètres)	Pourcentage du chrome en poids	Pourcentage de l'aluminium en poids
	5	30,88	2,47
	8	28,75	2,92
	12	26,42	2,93
15	20	19,08	2,95
	40	10,19	2,95
	60	5,02	2,78
	80	2,94	2,70
	100	0,96	2,14
20	120	0,29	1,44
	160	0,01	0,87

Dans l'exemple précédent, aucune couche d'arrêt n'est appliquée sur les fils 54, de sorte qu'une liaison par diffusion entre les fils et des parties adjacentes de la feuille 52 risque de se produire. Pour éliminer cet inconvénient, un fil d'acier préalablement oxydé peut être utilisé, fil sur lequel l'oxyde forme une couche d'arrêt. Si la zone de contact entre le fil préoxydé et la bobine est assez petite, un alliage par diffusion dans les parties adjacentes de la feuille, au-dessous de la zone de contact, se produit par diffusion latérale. La zone de contact peut être minimisée par l'utilisation d'un fil de faible diamètre, d'un fil moleté ou d'un fil dont la surface est autrement rendue rugueuse.

Un essai destiné à déterminer l'effet des couches d'arrêt sur les fils d'entretoisement sera à présent

décrit en regard des figures 7 et 8. Ces figures 7 et 8 représentent une pièce 80 constituée de quatre panneaux 82, 84, 86 et 88 qui présentent chacun quatre trous réalisés dans leurs angles. Chaque panneau mesure 38,10 x 76 x 1,12 mm et est constitué d'acier doux. Des boulons 90 sont passés dans les trous alignés. Deux fils métalliques espacés et parallèles 92 sont interposés entre les panneaux 82 et 84. Les fils 92 sont réalisés en acier doux (0,13% en poids de carbone). Des fils métalliques 94 (dont un est représenté), réalisés en acier inoxydable du type 304, oxydé à 927°C pendant 1 heure, sont disposés entre les panneaux 84 et 86, respectivement, au-dessous des fils 92. Des fils 96, constitués d'acier inoxydable du type 304, sont disposés entre les panneaux 86 et 88, respectivement en alignement avec les fils 94. Chacun des fils 92, 94 et 96 présente un diamètre de 1,194 mm. Une fois que les fils 92, 94 et 96 sont en place, les boulons 90 sont serrés.

La pièce 80 est traitée dans l'appareil représenté sur la figure 9, cet appareil ayant sensiblement la même configuration que l'appareil de la figure 3, de sorte que les mêmes références numériques sont utilisées pour les deux appareils. Le tube 30 présente un diamètre de 50,8 mm et il contient 25 g de chrome élémentaire 38, de qualité pour vide, ayant une pureté de 99,4%, et environ 2 000 g de plomb 36. La pièce 80 est posée sur le fond du tube 30 et le disque 40 est placé à 89 mm du fond. Le tube fermé 30 est scellé sous vide, chauffé à 1093°C, maintenu à cette température pendant 4 heures, puis refroidi par air jusqu'à la température ambiante. La pièce 80 est retirée et sectionnée afin que diverses zones de contact puissent faire l'objet d'un examen métallographique. Aucun chromage n'a lieu dans une zone du panneau 82 de 0,25 mm de largeur et centrée sur la ligne de contact avec le fil 92. Aucun chromage n'a lieu sur une zone de 0,30 mm de largeur du panneau 84, centrée sur la ligne de contact avec le fil 92. De plus, la couche de chromage formée de part et d'autre de ces deux zones est plus mince que celle des autres zones

des panneaux 82 et 84. Les surfaces des panneaux 86 et 88 présentent des zones en contact avec le fil 96 n'ayant pratiquement aucun chromage. Ces zones ont des largeurs respectives de 0,18 et 0,23 mm. Cependant, les surfaces
5 des panneaux 84 et 96 tournées vers le fil 94 d'acier inoxydable oxydé présentent une couche de diffusion sensiblement uniforme, même dans les zones de contact entre le fil 94 et les surfaces. La surface du panneau 86 présente une zone en contact avec le fil 94, d'une largeur d'environ
10 0,05 mm, sur laquelle l'épaisseur du chromage est d'environ 0,025 mm. Sur la partie restante de cette surface, la couche de chromage a une épaisseur de 0,075 mm.

Une autre forme de réalisation permettant la production d'une feuille alliée en surface est représentée
15 sur les figures 10 à 12. La pièce 100 est sensiblement cylindrique et comprend un centre cylindrique ouvert 102, une feuille 104 destinée à être alliée en surface et une feuille 106 de séparation, ou feuille intercalaire comportant des saillies 108 qui dépassent de l'une de ses sur-
20 faces, et des saillies 110 qui dépassent de l'autre surface. Les feuilles 104 et 106 sont enroulées afin de former deux bobines ou spirales intercalées. Les saillies 108 et 110 sont disposées en trois colonnes, à savoir deux colonnes proches des bords de la feuille 106 et l'une le
25 long de son axe central. Dans cette forme particulière, les rangées de trois saillies sont formées alternativement sur une surface et sur l'autre surface de la feuille 106. Les feuilles 104 et 106 sont enroulées autour d'un moyeu (non représenté) jusqu'à ce que l'on obtienne
30 une pièce 100 du diamètre souhaité. Elles peuvent être maintenues dans cette position, par exemple au moyen des fils métalliques 56 de la forme de réalisation des figures 4 et 5. D'autres moyens peuvent être utilisés pour maintenir les éléments en position. La pièce 100 est
35 ensuite traitée dans un appareil analogue à celui représenté sur la figure 6. Dans un exemple particulier, la feuille 104 à traiter a une épaisseur de 0,15 mm et une

largeur de 101 mm, et elle est constituée d'acier doux. La feuille 106 de séparation a également une largeur de 101 mm et elle est constituée d'acier inoxydable 409 qui a été préalablement oxydé, l'oxyde formant une couche d'arrêt. La feuille 106 a une épaisseur de
5 0,56 mm et les saillies 108 et 110 sont sensiblement sphériques et ont une hauteur de 1,27 mm. Les saillies 108 de chaque colonne sont espacées de 51 mm, de même que les saillies 110. Les colonnes extérieures des saillies 108 et 110 sont situées à environ 12,7 mm des bords latéraux de
10 la feuille 106. Le moyeu a un diamètre de 127 mm afin que le centre 102 ait un diamètre de 127 mm. La pièce 100 est ensuite traitée dans l'appareil de la figure 6, à une température de 1093°C pendant trois heures, cet appareil contenant à la fois du chrome et de l'aluminium comme
15 éléments diffusants.

Pour déterminer par analyse la teneur en chrome et la teneur en aluminium de la pièce 100, on déroule partiellement la feuille 104. Un morceau est découpé dans chaque côté et dans le centre. Il apparaît qu'un côté
20 présente une teneur en poids de 14,8% de chrome et une teneur en poids de 7,31% d'aluminium. Le morceau central présente une teneur en chrome de 15,30% et une teneur en aluminium de 7,45%, tandis que l'autre côté présente une teneur en chrome de 15,00% et une teneur en aluminium de
25 7,40%. Les concentrations s'avèrent étonnamment uniformes.

Les zones de la feuille 104 qui étaient en contact avec les extrémités des saillies 108 et 110 sont soumises à un examen métallographique. Il apparaît que le chrome et l'aluminium ont diffusé à travers la totalité de
30 l'épaisseur de 0,15 mm.

Outre les fils métalliques et les feuilles intercalaires présentant des saillies, il est possible d'utiliser d'autres moyens de séparation tels que des bandes et des languettes. En plus d'une couche d'oxyde, les nitrures,
35 les carbures et les borures se comportent également bien. De telles couches peuvent être appliquées par aspersion, peinturage, pulvérisation, placage physique ou chimique en phase vapeur ou dépôt par électrophorèse, par exemple.

Les matières d'arrêt elles-mêmes peuvent être utilisées sous forme en vrac ou sous forme granulaire comme éléments de séparation entre les surfaces par ailleurs adjacentes soumises à l'alliage par diffusion.

5 Il a donc été décrit un procédé perfectionné pour diffuser un élément dans la surface de pièces à base de fer qui sont en contact avec un montage, ce procédé consistant à placer une couche d'arrêt entre la pièce et le montage.

10 Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées au procédé décrit et représenté sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de diffusion d'au moins un élément prédéterminé dans la surface d'une pièce (50) à base de fer, tout en minimisant la liaison de la pièce sur un
5 organe (54) qui est en contact avec ladite pièce pendant le traitement, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser l'élément en une matière d'arrêt, à mettre en contact la pièce avec un bain d'alliage fondu constitué essentiellement de plomb (66) et d'au moins un élément prédéterminé
10 (70), afin de diffuser ledit élément prédéterminé dans la pièce, mais non dans l'organe, et à séparer la pièce de l'organe.

2. Procédé de diffusion d'au moins un élément prédéterminé dans la surface d'une pièce (50) à base de fer, tout en minimisant la liaison de la pièce sur un
15 organe (54) qui est en contact avec ladite pièce pendant le traitement, caractérisé en ce qu'il consiste à placer une couche d'arrêt entre l'organe et la pièce, à mettre en contact la pièce avec un bain d'alliage fondu constitué
20 essentiellement de plomb (66) et d'au moins un élément prédéterminé (70), de manière que l'élément prédéterminé diffuse dans la pièce, mais pratiquement pas dans ledit organe, et à séparer la pièce de l'organe.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la couche d'arrêt est formée chimiquement sur l'organe (54).

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'organe est constitué d'une feuille (106) de séparation portant des moyens d'espacement, la couche
30 d'arrêt étant formée sur lesdits moyens d'espacement.

5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'organe est une feuille (106) portant des saillies (108, 110), et en ce que la couche d'arrêt est constituée par au moins l'une desdites saillies.

35 6. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'organe est constitué d'un fil métallique (54) sur lequel la couche d'arrêt est formée.

7. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la couche d'arrêt est choisie dans le groupe comprenant des oxydes, des nitrures, des carbures et des borures.

5 8. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'organe est constitué d'acier inoxydable et la couche d'arrêt est une couche diffusée sur l'acier, laquelle couche est un alliage choisi dans le groupe
10 comprenant des oxydes, des nitrures, des carbures et des borures.

9. Procédé de fabrication d'une feuille (104) à base de fer dans les surfaces de laquelle a diffusé un élément prédéterminé, caractérisé en ce qu'il consiste à
15 utiliser un organe de séparation constitué d'une matière d'arrêt, à enrouler la feuille en une bobine (100) et à intercaler simultanément l'organe d'arrêt entre les spires de la feuille pour empêcher des points de cette feuille d'entrer en contact avec d'autres points de la même
20 feuille, et à mettre la feuille bobinée en contact avec un bain d'alliage fondu constitué essentiellement de plomb (66) et d'au moins l'élément prédéterminé (70), afin que ledit élément prédéterminé diffuse dans les surfaces de la feuille, mais non dans l'organe de séparation, et à séparer la feuille de cet organe.

25 10. Procédé selon l'une des revendications 1 et 9, caractérisé en ce que la matière d'arrêt est un métal réfractaire choisi dans le groupe comprenant le tungstène, le molybdène, le tantale, le columbium et les alliages de tungstène, de molybdène, de tantale et de columbium.

30 11. Procédé de fabrication d'une feuille (104) à base de fer dans les surfaces de laquelle a diffusé un élément prédéterminé, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser un organe de séparation, à produire une couche d'arrêt sur cet organe de séparation, à enrouler la
35 feuille en une bobine (100) et à intercaler simultanément l'organe de séparation entre les spires de la feuille pour empêcher des points de cette feuille d'entrer en

contact avec d'autres points de la même feuille, à mettre en contact la feuille bobinée avec un bain d'alliage fondu constitué essentiellement de plomb (66) et d'au moins ledit élément prédéterminé (70), afin que ce dernier diffuse dans
5 les surfaces de la feuille mais non dans l'organe de séparation, et à séparer la feuille dudit organe.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la feuille et l'organe de séparation sont enroulés simultanément.

10 13. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'organe de séparation est constitué de fils métalliques (54) pouvant notamment comprendre, chacun, plus d'un brin.

14. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'organe de séparation est une feuille (106) présentant des saillies (108, 110).

15 15. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'organe de séparation est réalisé en acier inoxydable et en ce que la couche d'arrêt est une couche
20 diffusée dans l'acier et choisie dans le groupe comprenant des oxydes, des nitrures, des carbures et des borures.

16. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que le bain contient deux éléments de diffusion destinés à pénétrer dans la feuille à base de fer par
25 diffusion, ces éléments pouvant notamment être l'aluminium et le chrome.

17. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'organe de séparation est constitué d'un métal réfractaire choisi dans le groupe comprenant le
30 tungstène, le molybdène, le tantale et le columbium et les alliages de tungstène, de molybdène, de tantale et de columbium.

18. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la feuille bobinée (50) est animée d'un
35 mouvement alternatif tout en étant plongée dans le bain.

19. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'organe de séparation comporte des saillies

(108,110) sur lesquelles la couche d'arrêt est formée.

20. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la feuille est enroulée autour d'un moyeu.

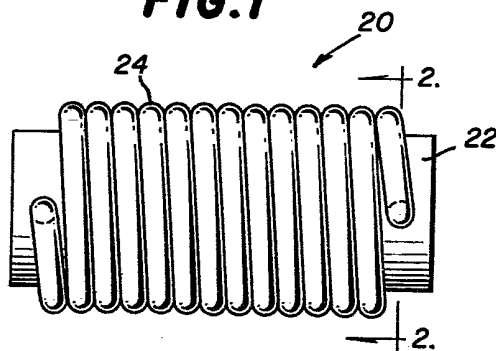
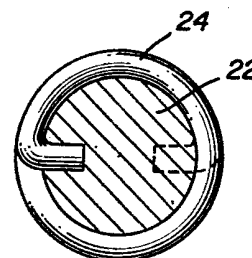
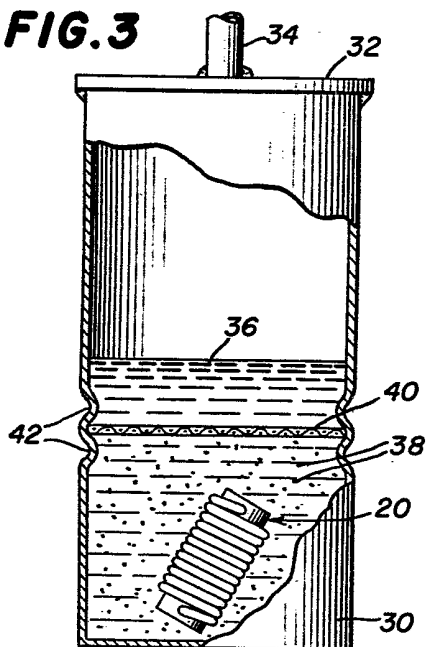
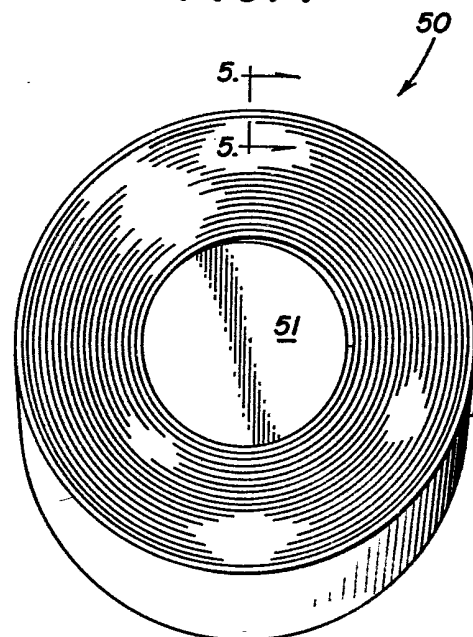
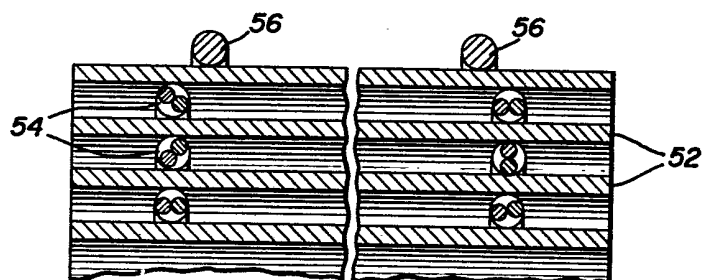
FIG. 1**FIG. 2****FIG. 3****FIG. 4****FIG. 5**

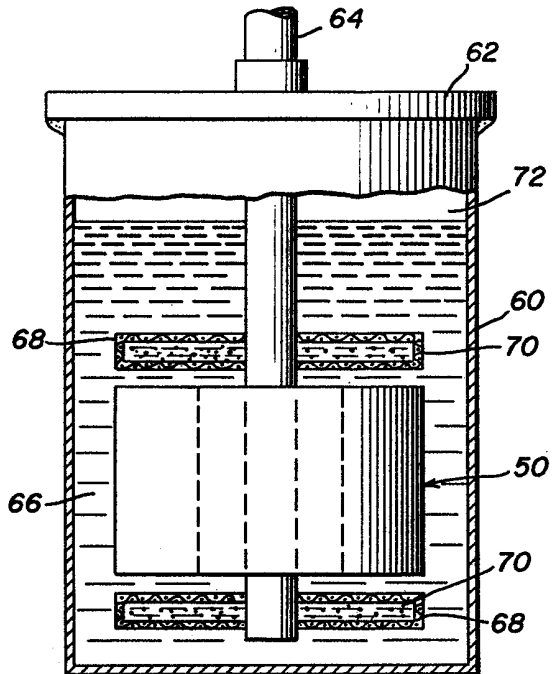
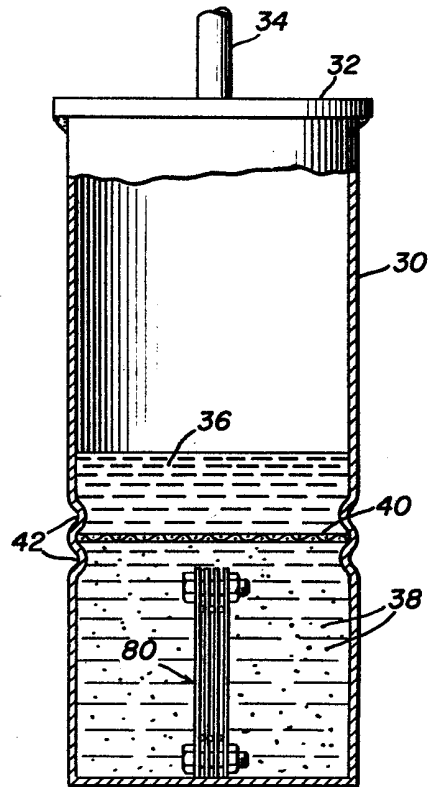
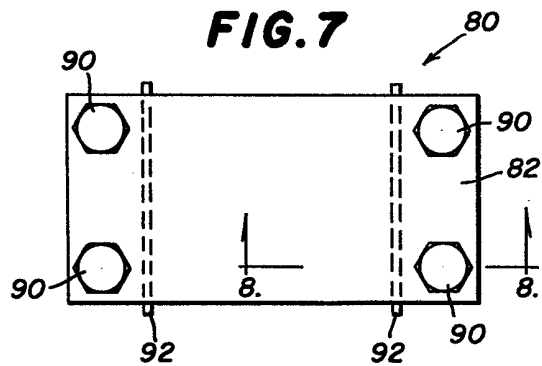
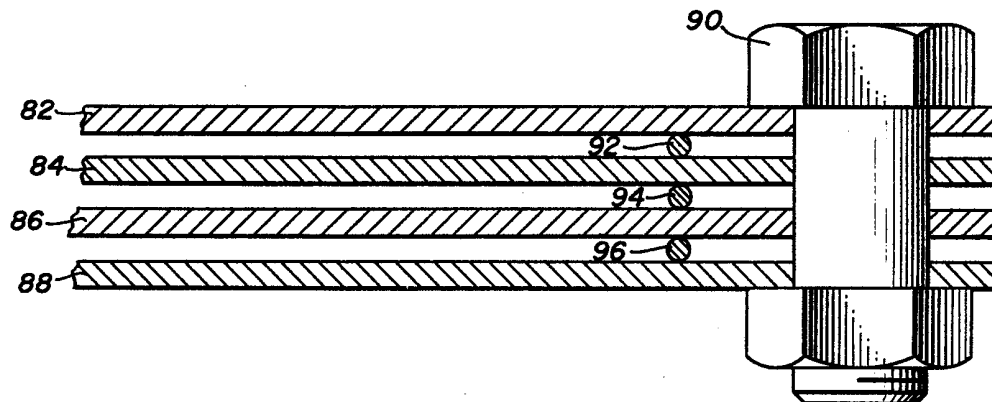
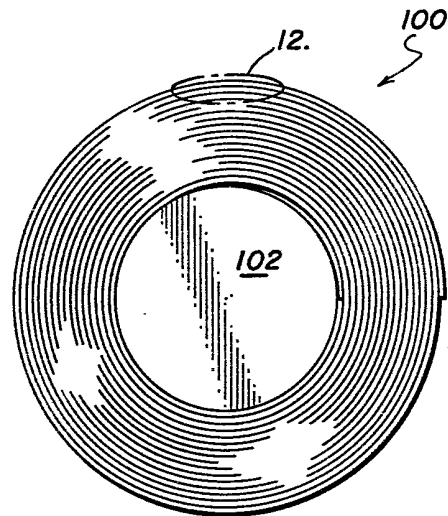
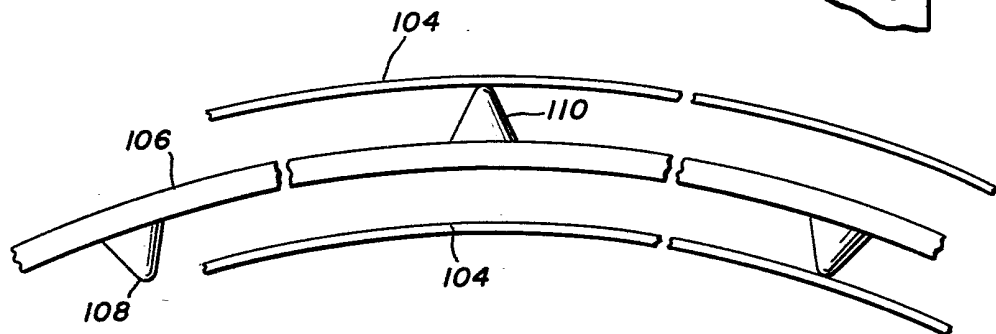
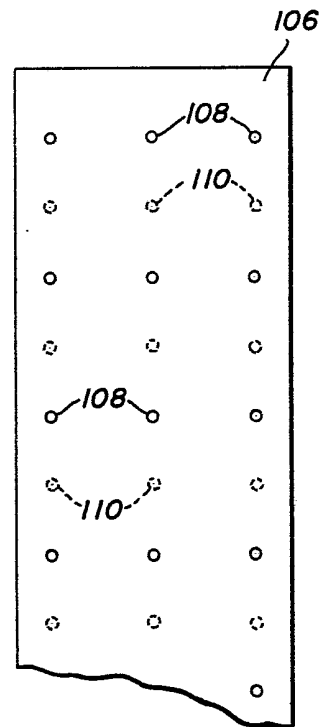
FIG. 6**FIG. 9****FIG. 7****FIG. 8**

FIG.10**FIG.11****FIG.12**