



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Numéro de publication: **0 605 585 B1**

12

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

- 49 Date de publication de fascicule du brevet: **16.08.95** 51 Int. Cl.⁸: **C22C 1/10, B22C 1/22, B02C 13/28, F16K 1/46**
- 21 Numéro de dépôt: **92920632.4**
- 22 Date de dépôt: **15.09.92**
- 86 Numéro de dépôt internationale :
PCT/FR92/00865
- 87 Numéro de publication internationale :
WO 93/06255 (01.04.93 93/09)

54 **PROCEDE DE REALISATION D'UNE PIECE COMPOSITE A SURFACE ANTIABRASION, ET PIECES OBTENUES PAR CE PROCEDE.**

30 Priorité: **16.09.91 FR 9111578**

43 Date de publication de la demande:
13.07.94 Bulletin 94/28

45 Mention de la délivrance du brevet:
16.08.95 Bulletin 95/33

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

56 Documents cités:
FR-A- 814 171
US-A- 4 206 262
US-A- 4 307 845

73 Titulaire: **TECHNOGENIA S.A.**
Zone Artisanale des Marais
F-74410 Saint-Jorioz (FR)

72 Inventeur: **BRUNET, Pierre**
Monbenoit
F-73250 Saint-Pierre-d'Albigny (FR)
Inventeur: **MAYBON, Guy**
Chemin du Noiret
F-74410 Saint-Jorioz (FR)

74 Mandataire: **Poncet, Jean-François**
Cabinet Poncet,
7, chemin de Tillier,
B.P. 317
F-74008 Annecy Cédex (FR)

EP 0 605 585 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

La présente invention concerne la fabrication des pièces métalliques composites comportant un revêtement de contact destiné à résister à l'abrasion.

On connaît de telles pièces mécaniques dites "pièces d'usure", qui sont renforcées superficiellement par l'apport d'un matériau présentant des caractéristiques améliorées au plan de la résistance à l'usure par abrasion.

La présente invention concerne plus particulièrement les rechargements durs mettant en oeuvre une structure de grains de haute dureté liés entre eux par un alliage métallique que l'on désigne communément sous le terme de matrice métallique. Les grains de haute dureté peuvent avantageusement être des grains à base de carbure de tungstène.

Une première technique connue pour réaliser un revêtement antiabrasion est le rechargement dur par soudage. On utilise par exemple des baguettes rigides ou des baguettes souples, dont une extrémité est appliquée sur la surface à recharger et est soumise à un arc électrique ou à une flamme oxyacétylénique. La baguette comprend une poudre de carbure de tungstène noyée dans un alliage à base de nickel ou d'autres métaux appropriés.

Un tel rechargement dur obtenu avec des baguettes à base de carbure de tungstène présente toutefois des inconvénients : en particulier, les procédés de soudage conduisent à déposer le rechargement sous forme de cordons successifs, juxtaposés côte-à-côte les uns après les autres. On comprend que la réalisation d'une surface relativement importante à l'aide d'une telle technique est fastidieuse, et requiert une certaine dextérité et une certaine habitude de la part de l'opérateur. D'autre part, les vagues inhérentes à un tel procédé de dépôt de matières, reproduisant la forme des cordons successifs, entraînent des irrégularités d'épaisseur pouvant atteindre plusieurs millimètres.

Il en résulte que cette technique ne permet pas de réaliser des pièces dont les dimensions sont précises, ou dont les formes sont complexes.

Le document FR-A-814 171 décrit un procédé de réalisation de pièce de forme par frittage en phase liquide, dans lequel on introduit dans un moule en carbone un mélange d'éclats de carbure et de poudre de métal de fusion. La pièce de forme est fondue sous pression. Un tel procédé entraîne, au cours de la fusion, un retrait dimensionnel important.

On connaît également, du document US-A-4 307 845, un broyeur comportant des barreaux massifs en céramique fixés par collage sur une pièce support intermédiaire elle-même solidarisée au

broyeur par un boulon. Ce document ne comporte aucun enseignement relatif à la fabrication du barreau massif en céramique, et son objet est très éloigné de la réalisation d'un revêtement antiabrasion.

Une technique plus évoluée de réalisation de couche en matière antiabrasion est décrite dans le document FR-A-1 398 732. Il s'agit d'une technique d'infiltration, dans laquelle on utilise un moule creux en carbone ou en matière céramique ayant une forme désirée ; on place un substrat métallique dans le creux du moule, en regard des parois de moulage du moule ; on remplit avec des grains de carbure de tungstène ou équivalent l'espace intérieur creux compris entre le substrat et les parois de moulage du moule, en vibrant l'ensemble pour tasser les grains ; on place des grains ou pastilles de métal ou d'alliage liant au-dessus des grains de carbure ; on chauffe l'ensemble à une température supérieure à la température de fusion de l'alliage et inférieure à la température de fusion du noyau et du moule. L'élévation de température assure la fusion de l'alliage ou métal liant, qui s'infiltré dans l'espace rempli de grains de carbure de tungstène, et assure la soudure avec le substrat métallique. On laisse ensuite refroidir et on peut démouler.

Cette technique d'infiltration convient assez bien pour des pièces dans lesquelles un substrat convexe est de dimensions relativement faibles, et de forme relativement compacte, la couche antiabrasion étant relativement massive. La technique convient également lorsque le substrat est concave.

Cependant, en tentant d'appliquer cette technique d'infiltration à des pièces dans lesquelles le substrat présente une forme convexe, en particulier des pièces dont la surface est relativement importante par rapport à son volume, les inventeurs ont constaté que le revêtement antiabrasion tend à se briser sous l'action de chocs, et qu'en particulier ce revêtement ne permet pas un réusinage ultérieur après infiltration. La soudure entre l'épaisseur de matériau antiabrasion et le substrat métallique est de mauvaise qualité.

Par exemple, cette technique d'infiltration sur un substrat métallique ne permet pas la réalisation d'une pièce suffisamment résistante mécaniquement pour constituer un pointeau pour vanne à pointeau utilisée dans les usines hydroélectriques. En effet, lors de la fermeture du pointeau sur son siège, le revêtement antiabrasion du pointeau tend à éclater sous l'effet des chocs et tensions mécaniques intervenant à cet instant de fermeture.

De même, cette technique d'infiltration sur substrat métallique ne permet pas de réaliser des dents de malaxeurs d'aluminerie présentant des qualités suffisantes de résistance mécanique.

RESUME DE L'INVENTION

Le problème proposé par la présente invention est d'assurer une résistance mécanique satisfaisante à un revêtement antiabrasion à base de grains de carbure de tungstène infiltrés recouvrant un substrat de nature différente, l'ensemble constituant une pièce composite. Une telle pièce composite doit présenter des qualités de résistance mécanique en surface suffisantes pour supporter des chocs, et pour permettre un réusinage éventuel de sa surface de revêtement antiabrasion sans se fendre ou se désagréger.

L'idée qui est à la base de la présente invention est que les défauts constatés de résistance mécanique des revêtements antiabrasion à base de grains de carbure de tungstène réalisés par infiltration sur un substrat résulteraient des dilata-tions différentielles intervenant lors de l'infiltration. En effet, lors de l'infiltration, on doit porter l'ensem-ble du substrat et du rechargement superficiel de grains de carbure de tungstène à une température suffisante pour la fusion de l'alliage ou métal liant qui doit s'infiltrer dans l'espace rempli de grains de carbure de tungstène et qui doit assurer la soudure avec le substrat. Lors de cet échauffement, le substrat métallique se dilate sensiblement, tandis que les grains de carbure de tungstène qui forment un empilement compact se dilatent très peu, rou-lent les uns sur les autres et peuvent ainsi suivre la dilatation du moule et du substrat. Après infiltration, lorsque l'on refroidit l'ensemble, le substrat tend à se contracter, tandis que l'empilement très com-pact de grains de carbure de tungstène ne se contracte que très peu. Il en résulte des tensions mécaniques importantes à l'interface entre le subs-trat et la couche de matière antiabrasion qui le recouvre. Ces tensions mécaniques importantes sont vraisemblablement à l'origine des défauts de résistance mécanique constatés sur les pièces ain-si rechargées par infiltration sur un substrat, ainsi que des défauts constatés sur la soudure entre le revêtement antiabrasion et le substrat métallique.

Lors de l'échauffement pour obtenir l'infiltra-tion, les grains de carbure de tungstène tendent à rouler les uns sur les autres, ce qui leur permet d'occuper tout l'espace entre le moule et le subs-trat.

Lors du refroidissement de l'ensemble, les grains de carbure de tungstène n'ont plus la possi-bilité de rouler les uns sur les autres, car ils sont liés par l'alliage ou métal liant, de sorte que le revêtement antiabrasion ne peut plus se rétracter selon un coefficient similaire à celui du substrat.

Malgré ces défauts de résistance mécanique aux chocs, des pièces antiabrasion obtenues par infiltration paraissent intéressantes, car la surface antiabrasion ainsi obtenue par infiltration présente

des propriétés remarquables de résistance à l'abrasion. D'autre part, l'infiltration permet de réali-ser des surfaces antiabrasion présentant des for-mes particulièrement régulières et lisses, favorisant l'efficacité des pièces ainsi réalisées. Par exemple s'agissant d'un pointeau de vannes pour usine hy-droélectrique, un tel pointeau doit présenter une surface cônica bien régulière permettant une ob-turation efficace. S'agissant d'une dent de ma-laxeur ou d'un pavage de cylindre de malaxeur, les surfaces doivent également être bien régulières, pour ne pas contrarier le débit du fluide à malaxer.

La présente invention a ainsi pour objet de réaliser des pièces dont le revêtement antiabrasion est obtenu par infiltration d'alliage dans un empile-ment de grains de carbure de tungstène, ces piè-ces présentant, après réalisation, des qualités net-tement améliorées de résistance mécanique de tenue aux chocs, évitant la séparation entre le substrat et sa couche antiabrasion.

Selon l'invention, de telles pièces à revêtement antiabrasion peuvent être obtenues à moindre coût, notamment lorsque les pièces sont de grandes dimensions, l'abaissement des coûts étant obtenu notamment en diminuant les risques de rebut.

Un autre avantage de l'invention est qu'il de-vient possible de réaliser des rechargements ou revêtements antiabrasion sur des substrats qui sont eux-mêmes susceptibles de ne pas supporter des températures aussi élevées que celle nécessaire pour fondre l'alliage ou métal liant lors de l'infiltra-tion. On peut ainsi concevoir une pièce en matériau composite dans laquelle le substrat peut être non métallique, associé à une couche de matière antia-brasion à base de grains de carbure de tungstène infiltrés.

Pour atteindre ces buts ainsi que d'autres, la présente invention prévoit un nouveau procédé de réalisation d'une pièce composite à revêtement antiabrasion, la pièce comportant au moins un substrat recouvert d'une couche de matière antia-brasion à base de grains de carbure de tungstène, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- a) prévoir un substrat en acier présentant une forme générale convexe et un état de surface approprié pour recevoir par collage des élé-ments de revêtement en matière antiabrasion à base de grains de carbure de tungstène,
- b) réaliser, par infiltration d'un alliage liant dans un empilement de grains de carbure de tungstène, un ou plusieurs éléments de revêtement en matière antiabrasion, comportant une face interne concave conformée pour s'adapter sur la surface convexe du substrat, et comportant une face externe conformée pour constituer la face antiabrasion de la pièce composite à réaliser,
- c) solidariser par collage le ou les éléments de revêtement en matière antiabrasion sur la surfa-

ce convexe du substrat, en appliquant lesdits éléments de revêtement sur le substrat avec interposition d'une couche appropriée de colle.

Selon une application particulière, la présente invention prévoit un nouveau procédé de réalisation d'une plaque de blindage pour malaxeur d'alumine-rie à revêtement antiabrasion, la plaque comportant au moins un substrat recouvert d'une couche de matière antiabrasion à base de grains de carbure de tungstène, le procédé comprenant les étapes suivantes :

a) prévoir un substrat en tôle cintrée en demi-cylindre dont l'état de surface intérieure est approprié pour recevoir par collage des éléments de revêtement en matière antiabrasion à base de grains de carbure de tungstène,

b) réaliser, par infiltration d'un alliage liant dans un empilement de grains de carbure de tungstène, plusieurs éléments de revêtement en matière antiabrasion, comportant une face interne conformée pour s'adapter sur la surface intérieure du substrat, et comportant une face externe conformée pour constituer la face antiabrasion de la pièce composite à réaliser,

c) solidariser par collage les éléments de revêtement en matière antiabrasion sur la surface intérieure du substrat, en appliquant lesdits éléments de revêtement sur le substrat avec interposition d'une couche appropriée de colle, réalisant un pavage de plaques en matière antiabrasion suivant la courbure de surface intérieure de demi-cylindre.

Selon une première possibilité, le substrat peut être en acier. La colle utilisée pour le collage peut être une colle époxy.

De préférence, la colle époxy est d'un type monocomposant ou polycomposant polymérisable à chaud. L'étape de collage comprend alors une étape de chauffage à température appropriée pendant la durée de polymérisation de la colle.

Pour la réalisation de la couche antiabrasion, on utilise une technique d'infiltration d'alliage dans un empilement de grains de carbure de tungstène. Le moule utilisé est avantageusement un moule à parois de moulage en sable de fonderie lié par des résines. Une difficulté est alors rencontrée car le moule comprend des parois dont la surface est relativement importante par rapport au volume de la couche antiabrasion à réaliser, puisque cette couche n'a en général pas à avoir une épaisseur très importante par rapport à sa surface. La difficulté apparaît alors par le fait que la résine utilisée pour lier le sable du moule tend à se consumer lors de l'infiltration, et nuit à la réalisation d'une couche antiabrasion de bonne qualité. Pour résoudre cette difficulté, il convient de régler la quantité de résine présente dans le moule, pour l'ajuster à une quantité juste suffisante au maintien du sable

de fonderie jusqu'à infiltration, limitant ainsi les dégagements gazeux résultant de la combustion de la résine pendant l'étape de chauffage et d'infiltration. En pratique, la quantité de résine sera inférieure à 6 % en poids de la quantité de sable de fonderie.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres objets, caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description suivante de modes de réalisation particuliers, faite en relation avec les figures jointes, parmi lesquelles :

- 15 - la figure 1 représente schématiquement en perspective un moule selon l'invention permettant de réaliser un élément de revêtement en matière antiabrasion en forme de secteur cylindrique destiné à recouvrir un substrat cylindrique ;
- 20 - les figures 2 à 5 illustrent schématiquement les différentes étapes du procédé de réalisation d'un élément de revêtement en matière antiabrasion dans un moule de la figure 1 représenté en coupe ;
- 25 - la figure 6 représente l'élément de revêtement antiabrasion ainsi obtenu ;
- 30 - les figures 7 et 8 illustrent les étapes de formage du substrat destiné à recevoir les éléments de revêtement antiabrasion ;
- 35 - la figure 9 illustre l'étape d'assemblage des éléments de revêtement antiabrasion sur le substrat de la figure 8 ;
- 40 - la figure 10 est une coupe longitudinale selon l'axe I-I de la figure 9 ;
- 45 - la figure 11 illustre l'étape de réalisation par infiltration d'un élément de revêtement antiabrasion cône, dans un moule représenté en coupe ;
- 50 - la figure 12 illustre l'étape d'assemblage de l'élément cône de la figure 11 sur un substrat lui-même cône, pour réalisation d'un pointeau de vanne pour usine hydroélectrique ;
- 55 - la figure 13 illustre, en coupe longitudinale, la structure d'un pointeau de vanne selon la présente invention ; et
- les figures 14 et 15 illustrent, en coupes longitudinales selon deux plans perpendiculaires, la structure d'une dent de malaxeur selon la présente invention.

DESCRIPTION DES MODES DE REALISATION PREFERES

Les figures 10 et 13 à 14 illustrent la structure interne des pièces composites à revêtement antiabrasion obtenues par un procédé selon la présente

invention. Dans tous les modes de réalisation, ces pièces comportent un substrat 1 recouvert au moins en partie par une couche de matière antiabrasion 2 qui lui est solidarisée par une couche intermédiaire 3 de colle.

On a représenté, sur les figures 1 à 9, les étapes successives de réalisation d'une pièce antiabrasion selon l'invention, dans un mode de réalisation correspondant à la fabrication d'un blindage pour malaxeurs d'aluminerie.

Les malaxeurs d'aluminerie comprennent une enceinte cylindrique tubulaire, de plusieurs mètres de long, de diamètre de l'ordre de 60 centimètres environ, destinée à contenir une pâte de carbone à malaxer par des dents de malaxeur. Certaines dents sont montées fixes sur la paroi de l'enceinte et dépassent vers l'intérieur de l'enceinte, d'autres dents sont montées sur un rotor tournant axialement dans l'enceinte. Les dents de malaxeur sont par exemple telles que représentées en coupe longitudinale sur les figures 14 et 15.

Sur les figures 1 à 6, on réalise, par infiltration d'un alliage liant dans un empilement de grains de carbure de tungstène, l'un des éléments de revêtement en matière antiabrasion qui seront utilisés pour recouvrir la surface intérieure de l'enceinte cylindrique de malaxeur. Sur la figure 1, on prépare un moule 4 creux, comprenant un évidement intérieur 5 délimité par des parois de moulage ayant la forme de l'élément de surface en matière antiabrasion à réaliser. Ce moule est représenté vide en coupe sur la figure 2.

Sur la figure 3, on introduit dans l'évidement 5 du moule 4 des particules 6 de matière dure telle que du carbure de tungstène fondu, en vibrant l'ensemble, de sorte que les particules superficielles viennent au maximum en appui contre les parois de moulage et sont jointives les unes aux autres. Sur la figure 4, on prépare une quantité suffisante d'un alliage approprié 7 sous forme adaptée, pour assurer une répartition ultérieure de l'alliage au cours de sa phase de fusion ultérieure. L'alliage 7 est un alliage de brasage susceptible de mouiller les particules de matière dure et de fondre à une température inférieure à la température de fusion des particules de matière dure 6 et du moule 4. Sur la figure 5, on chauffe l'ensemble du moule 4 et de son contenu jusqu'à une température supérieure à la température de fusion de l'alliage 7 et inférieure à la température de fusion des particules de matière dure 6 et du moule 4. On maintient cette température pendant une durée suffisante pour assurer l'infiltration de l'alliage 7 en fusion dans l'espace rempli de particules de matière dure 6. On laisse ensuite refroidir, et on démoule, pour obtenir l'élément 8 de revêtement en matière antiabrasion représenté sur la figure 6.

Sur les figures 7 et 8, on prépare le substrat destiné à recevoir les éléments de revêtement en matière antiabrasion. Sur la figure 7, on part d'une tôle rectangulaire 9. Sur la figure 8, on cintré cette tôle rectangulaire 9 pour lui donner une forme demi-cylindrique de diamètre approprié pour que, après apposition des éléments de revêtement en matière antiabrasion, le diamètre interne de l'ensemble soit conforme au diamètre du tube de malaxeur à réaliser.

Sur la figure 9, on réalise l'assemblage et la solidarisation des éléments de revêtement antiabrasion tels que l'élément 8 sur le substrat 1 tel que la tôle cintrée 9. Cette solidarisation s'effectue par collage, en appliquant lesdits éléments de revêtement antiabrasion 8 sur le substrat 1 en tôle cintrée 9 avec interposition d'une couche appropriée de colle. On a représenté, sur la figure 10 en coupe longitudinale selon l'axe I-I de la figure 9, l'assemblage ainsi obtenu, montrant la couche antiabrasion 2, le substrat 1 ou tôle 9 et la couche intermédiaire de colle 3.

Dans le cas d'un malaxeur pour aluminerie, on utilise avantageusement une tôle 9 en acier. La colle 3 utilisée est une colle époxy, de préférence d'un type monocomposant ou polycomposant polymérisable à chaud. Dans ce cas, l'étape d'assemblage et de collage représentée sur la figure 9 comprend une étape de chauffage à température appropriée pendant la durée de polymérisation de la colle 3.

Après assemblage des éléments de revêtement antiabrasion 8 sur le substrat 1 en tôle cintrée 9, on peut avantageusement prévoir une étape ultérieure d'usinage des excès de colle et des bords de la surface antiabrasion, afin de réaliser des éléments demi-cylindriques pouvant être disposés les uns après les autres bord-à-bord sans apparition de fentes ou d'interstices entre deux éléments adjacents.

Egalement, la résistance mécanique ainsi obtenue de l'ensemble des éléments antiabrasion collés sur la tôle 9 est suffisante pour que la surface antiabrasion puisse être ultérieurement égalisée lors d'une étape ultérieure d'usinage.

Lors de la réalisation de l'élément de revêtement antiabrasion 8, le moule 4 utilisé peut être réalisé en différentes matières. Par exemple, on peut utiliser un moule 4 en graphite, préalablement usiné pour former l'évidement 5. Une solution plus avantageuse consiste à utiliser un moule 4 comprenant des parois de moulage en sable de fonderie lié par des résines. L'évidement 5 est alors réalisé en plongeant un modèle dans le moule 4 avant prise de la résine, et en retirant le modèle après prise de la résine, selon une technique traditionnelle dans le moulage pour la coulée des métaux.

Toutefois, lorsque l'on utilise un tel moule 4 en sable de fonderie lié par des résines, une difficulté peut apparaître par le fait que l'élément de revêtement antiabrasion 8 à former présente une surface très importante par rapport à son volume. Cela est dû au fait que l'élément de revêtement est généralement plat. Le problème qui peut se produire est alors que, lors de l'infiltration, la combustion de la résine liant le sable du moule 4 produit des dégagements gazeux qui tendent à s'infiltrer dans l'évidement 5 rempli de particules dures antiabrasion 6. Ces dégagements gazeux peuvent former des dépôts sur les particules, et, si ces dépôts sont en excès, ils peuvent nuire au mouillage des particules par l'alliage liant 7 lors de l'infiltration. Il en résulte alors une qualité médiocre de résistance mécanique de l'élément antiabrasion 8 ainsi réalisé. Pour éviter cette difficulté, la quantité de résine présente dans le moule 4 est ajustée pour être juste suffisante au maintien du sable de fonderie jusqu'à infiltration. En pratique, la quantité de résine peut être choisie inférieure à 6 % en poids de la quantité de sable de fonderie du moule 4.

Dans le mode de réalisation représenté sur les figures 1 à 10, on obtient une pièce composite, représentée sur la figure 9, comprenant un substrat 1 en tôle 9 en acier de forme demi-cylindrique, avec, sur la surface intérieure du demi-cylindre, une couche de colle polymérisée adhérant au demi-cylindre et, adhérant à la couche de colle polymérisée et la surmontant, un pavage de plaques ou éléments de revêtement antiabrasion 8 en forme de secteur de cylindre à contour généralement rectangulaire, le pavage suivant la courbure de la surface intérieure de demi-cylindre, l'ensemble formant une plaque de blindage pour malaxeur d'aluminerie.

Dans les modes de réalisation représentés sur les figures 13 à 15, la pièce composite obtenue par le procédé de l'invention comprend un substrat 1 en acier présentant une forme générale convexe. Sur la surface extérieure du substrat, on retrouve une couche de colle 3 polymérisée. Surmontant ladite couche de colle 3, on trouve une coiffe 2 en matériau antiabrasion.

Les figures 11 à 13 se rapportent à la réalisation d'un pointeau de vanne à pointeau utilisée dans les usines hydroélectriques. Un tel pointeau est de forme cônica, et comprend un substrat cônica 1 en acier dont la surface extérieure cônica est recouverte d'une coiffe 2 cônica formant élément en matériau antiabrasion. Comme dans le mode de réalisation des figures 1 à 10, on réalise séparément le substrat 1 et la coiffe 2. La coiffe 2 est elle-même réalisée par infiltration, comme le représente schématiquement la figure 11, dans un moule 4 comportant un noyau amovible 40, le moule 4 formant la surface extérieure de la coiffe,

le noyau 40 formant la surface intérieure de la coiffe cônica. Après démoulage, on adapte la coiffe 2 sur le substrat 1, comme le représente la figure 12, avec interposition d'une couche de colle, et l'on obtient le pointeau tel que représenté en coupe sur la figure 13, présentant la coiffe 2, le substrat 1 et la couche intermédiaire de colle 3.

Le mode de réalisation des figures 14 et 15 est relatif à la réalisation d'une dent de malaxeur d'aluminerie. On remarque, sur ces figures, le substrat 1, la coiffe 2 formant élément de revêtement antiabrasion, et la couche intermédiaire 3 de colle. La pièce doit présenter avantageusement la forme représentée sur les figures. Cette pièce est formée selon un procédé similaire à celui décrit en relation avec les figures précédentes, en réalisant séparément le substrat 1 et la coiffe 2, la coiffe 2 étant obtenue par infiltration dans un moule.

L'assemblage du substrat et de la coiffe par collage, dans tous les modes de réalisation de l'invention, permet à la colle intermédiaire 3 de jouer le rôle d'amortisseur entre le substrat 1 et l'élément antiabrasion 2. On augmente considérablement la résistance mécanique apparente du revêtement antiabrasion ainsi réalisé, de sorte qu'un réusinage ultérieur de sa surface est rendu possible. La pièce présente une résistance aux chocs nettement améliorée par rapport aux techniques de réalisation par infiltration en surmoulage.

En outre, cette technique selon la présente invention évite d'échauffer le substrat 1, de sorte que l'on n'altère pas son aspect extérieur. En revanche, dans les techniques connues d'infiltration en surmoulage, l'échauffement du substrat 1, lorsqu'il est en acier, provoque une altération de sa surface et nécessite un réusinage.

On comprend que la réalisation d'éléments de revêtement partiels, comme représenté sur la figure 9, permet de réaliser ces éléments en diminuant les risques de rebut. En effet, si un élément est défectueux, il suffit de le remplacer par un autre, sans avoir à refaire la totalité du revêtement.

La présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui ont été explicitement décrits, mais elle en inclut les diverses variantes et généralisations contenues dans le domaine des revendications ci-après.

Revendications

1. Procédé de réalisation d'une pièce composite à revêtement antiabrasion, ladite pièce comportant au moins un substrat (1) recouvert d'une couche de matière antiabrasion (2) à base de grains de carbure de tungstène, le procédé comprenant les étapes suivantes :
 - a) prévoir un substrat (1) en acier présentant une forme générale convexe et un état

- de surface approprié pour recevoir par collage des éléments de revêtement (2) en matière antiabrasion à base de grains de carbure de tungstène,
- b) réaliser, par infiltration d'un alliage liant (7) dans un empilement de grains de carbure de tungstène (6), un ou plusieurs éléments (2, 8) de revêtement en matière antiabrasion, comportant une face interne concave conformée pour s'adapter sur la surface convexe de substrat (1), et comportant une face externe conformée pour constituer la face antiabrasion de la pièce composite à réaliser,
- c) solidariser par collage le ou les éléments de revêtement (8) en matière antiabrasion sur le substrat, en appliquant lesdits éléments de revêtement (8) sur la surface convexe du substrat (1) avec interposition d'une couche appropriée de colle (3).
2. Procédé de réalisation d'une plaque de blindage pour malaxeur d'aluminerie à revêtement antiabrasion, ladite plaque comportant au moins un substrat (1) recouvert d'une couche de matière antiabrasion (2) à base de grains de carbure de tungstène, le procédé comprenant les étapes suivantes :
- a) prévoir un substrat (1) en tôle cintrée en demi-cylindre, dont l'état de surface intérieure est approprié pour recevoir par collage des éléments de revêtement (2) en matière antiabrasion à base de grains de carbure de tungstène,
- b) réaliser, par infiltration d'un alliage liant (7) dans un empilement de grains de carbure de tungstène (6), plusieurs éléments (2, 8) de revêtement en matière antiabrasion, comportant une face interne conformée pour s'adapter sur la surface intérieure de substrat (1), et comportant une face externe conformée pour constituer la face antiabrasion de la plaque de blindage à réaliser,
- c) solidariser par collage les éléments de revêtement (8) en matière antiabrasion sur le substrat, en appliquant lesdits éléments de revêtement (8) sur la surface intérieure du substrat (1) avec interposition d'une couche appropriée de colle (3), réalisant un pavage de plaques en matière antiabrasion suivant la courbure de surface intérieure de demi-cylindre.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que :
- le substrat (1) est en acier,
 - la colle (3) est une colle époxy.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que :
- la colle époxy (3) est d'un type mono-composant ou polycomposant polymérisable à chaud,
 - l'étape de collage comprend une étape de chauffage à température appropriée pendant la durée de polymérisation de la colle (3).
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend une étape ultérieure d'usinage des excès de colle et des bords de la surface antiabrasion.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend une étape ultérieure d'usinage de la surface antiabrasion.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend une étape préalable de fabrication d'un élément de surface (8) en matière antiabrasion, étape dans laquelle :
- on prépare des moyens de moule (4) creux comprenant un évidement intérieur (5) délimité par des parois de moulage ayant la forme de l'élément de surface en matière antiabrasion à réaliser,
 - on introduit des particules de matière dure telle que du carbure de tungstène (6) dans l'évidement intérieur (5) du moule (4), en vibrant l'ensemble, de sorte que les particules superficielles viennent au maximum en appui contre les parois du moule et sont jointives les unes aux autres,
 - on prépare une quantité suffisante d'un alliage approprié (7) sous forme adaptée pour assurer une répartition ultérieure de l'alliage au cours de sa phase de fusion ultérieure, l'alliage étant un alliage de brasage susceptible de mouiller les particules de matière dure (6) et de fondre à une température inférieure à la température de fusion des particules de matière dure (6) et du moule (4),
 - on chauffe l'ensemble à une température supérieure à la température de fusion de l'alliage (7) et inférieure à la température de fusion des particules de matière dure (6) et du moule (4),
 - on maintient cette température de fusion pendant une durée suffisante pour assurer l'infiltration de l'alliage (7) en fusion dans l'espace (5) rempli de particules de matière dure (6),

- on laisse refroidir et on démoule l'élé-
ment de surface antiabrasion.
8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé
en ce que les moyens de moule (4) compren- 5
nent des parois de moulage en sable de fon-
derie lié par des résines.
9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé
en ce que la quantité de résine présente dans 10
les moyens de moule (4) est ajustée pour être
juste suffisante au maintien du sable de fonde-
rie jusqu'à infiltration, limitant les dégagements
gazeux résultant de la combustion de la résine 15
pendant l'étape de chauffage et d'infiltration.
10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé
en ce que la quantité de résine est inférieure à 20
6 % en poids de la quantité de sable de
fonderie.
11. Pièce composite à revêtement antiabrasion ob-
tenue par le procédé selon la revendication 2,
caractérisée en ce qu'elle comprend :
- un substrat (1) en tôle cintrée (9) en 25
forme de demi-cylindre,
 - sur la surface intérieure du demi-cylin-
dre, une couche de colle (3) polyméri-
sée, adhérent au demi-cylindre,
 - adhérent à la couche de colle (3) poly- 30
mérisée et la surmontant, un pavage de
plaques (8) en matière antiabrasion à
base de carbure de tungstène, ledit pa-
vage suivant la courbure de surface inté-
rieure de demi-cylindre, 35
 - l'ensemble formant une plaque de blin-
dage pour malaxeurs d'aluminerie.
12. Pièce composite à surface antiabrasion selon
la revendication 11, caractérisée en ce que les 40
plaques (8) sont des secteurs de cylindre à
contour généralement rectangulaire.
13. Pièce composite à surface antiabrasion obte-
nue par le procédé selon la revendication 1,
caractérisée en ce qu'elle comprend :
- un substrat (1) en acier présentant une
forme générale convexe,
 - sur la surface extérieure convexe du 50
substrat (1), une couche de colle poly-
mérisée (3),
 - adhérent à ladite couche de colle (3)
polymérisée, une coiffe (2) en matériau
antiabrasion à base de carbure de tungstène, 55
dont la surface interne est conformée
pour s'adapter sur la surface exté-
rieure convexe du substrat (1).

14. Pièce composite à surface antiabrasion selon
la revendication 13, caractérisée en ce que
ladite pièce est une dent de malaxeur d'alumi-
nerie.
15. Pièce composite à surface antiabrasion selon
la revendication 13, caractérisée en ce que
ladite pièce présente une forme générale côni-
que constituant un pointeau de vanne.

Claims

1. Method of manufacturing a composite part with
an antiabrasion coating, said part including at
least a substrate (1) covered with a layer of
antiabrasion material (2) based on grains of
tungsten carbide, said method comprising the
following steps :
- a) producing a steel substrate (1) whose
generally convex shape and surface con-
dition are appropriate to having glued there-
to covering members (2) of antiabrasion
material based on grains of tungsten car-
bide,
 - b) infiltrating a binder alloy (7) into a heap
of grains of tungsten carbide (6) to make
one or more antiabrasion material covering
members (2, 8) having a concave inside
surface shaped to match the convex surface
of the substrate (1) and an outside surface
shaped to constitute the antiabrasion sur-
face of the composite part to be made,
 - c) gluing the antiabrasion material covering
member or members (8) to the substrate by
applying said covering members (8) to the
convex surface of the substrate (1) with an
appropriate layer of glue (3) between them.
2. Method of manufacturing an aluminium works
grinder lining plate with an antiabrasion coat-
ing, said plate including at least a substrate (1)
covered with a layer of antiabrasion material
(2) based on grains of tungsten carbide, said
method comprising the following steps:
- a) producing a semicylindrical curved plate
substrate (1) whose inside surface condition
is appropriate to having glued thereto cover-
ing members (2) of antiabrasion material
based on grains of tungsten carbide,
 - b) infiltrating a binder alloy (7) into a heap
of grains of tungsten carbide (6) to make a
plurality of antiabrasion material covering
members (2, 8) having an inside surface
shaped to match the inside surface of the
substrate (1) and an outside surface shaped
to constitute the antiabrasion surface of the
lining plate to be made,

- c) gluing the antiabrasion material covering members (8) to the substrate by applying said covering members (8) to the inside surface of the substrate (1) with an appropriate layer of glue (3) between them, producing a lining of antiabrasion material plates following the curvature of the inside surface of the half-cylinder. 5
3. Method according to claim 1 or claim 2 characterised in that: 10
- the substrate (1) is steel,
 - the glue (3) is an epoxy glue.
4. Method according to claim 3 characterised in that: 15
- the epoxy glue (3) is of a single-component or multi-component type polymerised by heating,
 - the gluing step comprises a step of heating to an appropriate temperature during polymerisation of the glue (3). 20
5. Method according to any one of claims 1 to 4 characterised in that it comprises a subsequent step of machining excess glue and the edges of the antiabrasion surface. 25
6. Method according to any one of claims 1 to 5 characterised in that it comprises a later step of machining the antiabrasion surface. 30
7. Method according to any one of claims 1 to 6 characterised in that it comprises a previous step of manufacturing an antiabrasion material surface member (8) in which: 35
- hollow mould means (4) comprising an interior cavity (5) delimited by moulding walls having the shape of the antiabrasion material surface member to be made are prepared, 40
 - hard material such as tungsten carbide particles (6) are introduced into the cavity (5) of the mould (4), using vibration so that the particles at the surface are applied optimally to the walls of the mould and are contiguous with each other, 45
 - a sufficient quantity of an appropriate alloy (7) is prepared in a form suitable for subsequent distribution of the alloy during the subsequent phase of melting it, the alloy being a brazing alloy adapted to wet the hard material particles (6) and to melt at a temperature lower than the melting point of the hard material particles (6) and the mould (4), 50
 - the temperature is raised to a temperature higher than the melting point of the alloy (7) and lower than the melting point of the hard material particles (6) and the mould (4),
 - this temperature is maintained for a sufficient duration for infiltration of the molten alloy (7) into the cavity (5) filled with hard material particles (6),
 - the antiabrasion surface member is removed from the mould after cooling.
8. Method according to claim 7 characterised in that the mould means (4) comprise resin bonded casting sand moulding walls.
9. Method according to claim 8 characterised in that the quantity of resin present in the mould means (4) is made just sufficient to retain the casting sand until the infiltration step, reducing generation of gas resulting from combustion of the resin during the heating and infiltration step.
10. Method according to claim 9 characterised in that the quantity of resin is less than 6% by weight of the quantity of casting sand.
11. Composite part with an antiabrasion coating made by the method according to claim 2 characterised in that it comprises:
- a semicylindrical substrate (1) made from curved plate (9),
 - a layer of polymerised glue (3) on the inside surface of and adhering to the half-cylinder,
 - adhering to the layer of polymerised glue (3) and on top of it a lining of plates (8) of antiabrasion material based on tungsten carbide, said lining following the curvature of the inside surface of the half-cylinder,
 - the whole forming a lining plate for an aluminium works grinder.
12. Composite part with an antiabrasion coating according to claim 11 characterised in that the plates (8) are cylindrical sector shape with a generally rectangular contour.
13. Composite part with an antiabrasion coating made by the method according to claim 1 characterised in that it comprises:
- a generally convex steel substrate (1),
 - a layer of polymerised glue (3) on the convex outside surface of the substrate (1),
 - a cap (2) of antiabrasion material based on tungsten carbide adhering to said layer of polymerised glue (3) whose inside

surface is shaped to conform to the convex outside surface of the substrate (1).

14. Composite part with an antiabrasion coating according to claim 13 characterised in that it constitutes an aluminium works grinder tooth. 5
15. Composite part with an antiabrasion coating according to claim 13 characterised in that it has a generally conical shape and constitutes a nozzle valve needle. 10

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Verbundwerkstückes mit einer abriebfesten Auskleidung, wobei das Werkstück wenigstens ein Substrat (1) aufweist, das mit einer Schicht (2) aus einem abriebfesten Material auf der Basis von Wolframcarbidkörnern abgedeckt ist, und wobei das Verfahren aus den folgenden Stufen besteht: 15
- a) Bereitstellen eines Substrats (1) aus Stahl, welches eine generell konvexe Form darbietet und einen Zustand der Oberfläche, der für die Aufnahme durch Klebung von Auskleidungselementen (2) aus einem abriebfesten Material auf der Basis von Wolframcarbidkörnern geeignet ist, 25
- b) Realisieren, durch eine Infiltration einer Bindemetall-Legierung (7) in eine Packung von Wolframcarbidkörnern (6), eines oder mehrerer Auskleidungselemente (2, 8) aus einem abriebfesten Material, bestehend aus einer konkaven Innenfläche, die für eine Anpassung auf der konvexen Fläche des Substrats (1) geeignet ist, und bestehend aus einer Außenfläche, die zur Ausbildung der abriebfesten Fläche des zu realisierenden Verbundwerkstückes geeignet ist, 30
- c) Vereinigen durch Klebung des oder der Auskleidungselemente (8) aus einem abriebfesten Material auf dem Substrat durch eine Anbringung dieser Auskleidungselemente (8) auf der konvexen Fläche des Substrats (1) mit einer Zwischenanordnung einer geeigneten Kleberschicht (3). 40
2. Verfahren zur Herstellung einer Panzerplatte für eine Knetmaschine der Aluminiumindustrie mit einer abriebfesten Auskleidung, wobei die Platte wenigstens ein Substrat (1) aufweist, das mit einer Schicht (2) aus einem abriebfesten Material auf der Basis von Wolframcarbidkörnern abgedeckt ist, und wobei das Verfahren aus den folgenden Stufen besteht: 45
- a) Bereitstellen eines Substrats (1) aus Tonnenblech als ein Halbzylinder, dessen Zustand der Innenfläche für die Aufnahme durch Klebung von Auskleidungselementen (2) aus einem abriebfesten Material auf der Basis von Wolframcarbidkörnern geeignet ist, 50
- b) Realisieren, durch eine Infiltration einer Bindemetall-Legierung (7) in eine Packung von Wolframcarbidkörnern (6), von mehreren Auskleidungselementen (2, 8) aus einem abriebfesten Material, bestehend aus einer Innenfläche, die für eine Anpassung auf der Innenfläche des Substrats (1) geeignet ist, und bestehend aus einer Außenfläche, die zur Ausbildung der abriebfesten Fläche der zu realisierenden Panzerplatte geeignet ist, 55
- c) Vereinigen durch Klebung der Auskleidungselemente (8) aus einem abriebfesten Material auf dem Substrat durch eine Anbringung dieser Auskleidungselemente (8) auf der Innenfläche des Substrats (1) mit einer Zwischenanordnung einer geeigneten Kleberschicht (3) wobei eine Plattenpflasterung aus einem abriebfesten Material realisiert wird, die der Biegung der Innenfläche des Halbzylinders folgt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß
- das Substrat (1) aus Stahl ist,
 - der Kleber (3) ein Epoxyleber ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß
- der Epoxyleber (3) von der in Wärme polymerisierbaren Sorte mit einer Komponente oder mit vielen Komponenten ist,
 - die Stufe der Klebung eine Stufe der Erwärmung auf eine geeignete Temperatur während der Dauer der Polymerisation des Klebers (3) umfaßt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß es eine nachfolgende Stufe der maschinellen Bearbeitung der Überschüsse des Klebers und der Ränder der abriebfesten Oberfläche umfaßt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß es eine nachfolgende Stufe der maschinellen Bearbeitung der abriebfesten Oberfläche umfaßt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß es eine vorhergehende Stufe der Herstellung eines Oberflächenelements (8) aus einem abriebfesten Ma-

terial umfaßt, wobei in dieser Stufe

- hohle Formenmittel (4) hergestellt werden, bestehend aus einer inneren Vertiefung (5), die durch Gießwände begrenzt wird, welche die Form des zu realisierenden Oberflächenelements aus einem abriebfesten Material haben,
 - Teilchen aus einem harten Material, wie bspw. Wolframcarbid (6), in die innere Vertiefung (5) der Form (4) eingeführt werden, wobei die Gesamtheit derart vibriert wird, daß die Teilchen an der Oberfläche maximal in Berührung mit den Wänden der Form kommen und miteinander vereinigt werden,
 - eine genügende Menge einer geeigneten Legierung (7) unter der Form präpariert wird, die zur Sicherung einer nachfolgenden Verteilung der Legierung im Verlauf ihrer nachfolgenden Schmelzphase angepaßt ist, wobei die Legierung eine Lötlegierung ist, die zur Benetzung der Teilchen (6) aus dem harten Material geeignet ist und zum Gießen bei einer Temperatur niedriger als die Schmelztemperatur der Teilchen (6) aus dem harten Material und der Form (4),
 - die Gesamtheit auf eine Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur der Legierung (7) und unterhalb der Schmelztemperatur der Teilchen (6) aus einem harten Material und der Form (4) erwärmt wird,
 - diese Schmelztemperatur während einer ausreichenden Dauer beibehalten wird, um die Infiltration der Schmelzlegierung (7) in den Raum (5) zu sichern, der mit den Teilchen (6) aus dem harten Material gefüllt ist,
 - das abriebfeste Oberflächenelement abgekühlt und aus der Form herausgenommen wird.
- 8.** Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Formenmittel (4) Gießwände aus Gießereisand, gebunden durch Harze, umfassen.
- 9.** Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge der in den Formenmitteln (4) anwesenden Harze eingestellt wird, um für die Beibehaltung des Gießereisandes bis zu der Infiltration gerade ausreichend zu sein, wodurch die aus der Harzverbrennung während der Stufe des Erwärmens und der Infiltration resultierenden Gasabgaben begrenzt werden.
- 10.** Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Harzmenge niedriger als 6 Gew.-% der Menge des Gießereisandes ist.
- 11.** Verbundwerkstück mit einer abriebfesten Auskleidung, erhalten durch das Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß es
- ein Substrat (1) aus Panzerblech (9) in der Form eines Halbzylinders aufweist,
 - auf der Innenfläche des Halbzylinders eine polymerisierte Kleberschicht (3) an dem Halbzylinder anhaftet,
 - an der polymerisierten Kleberschicht (3) und diese überdeckend eine Pflasterung von Platten (8) aus einem abriebfesten Material auf der Basis von Wolframcarbid anhaftet, wobei die Pflasterung der Biegung der Innenfläche des Halbzylinders folgt,
 - die Gesamtheit eine Panzerplatte für Knetmaschinen in der Aluminiumindustrie bildet.
- 12.** Verbundwerkstück mit einer abriebfesten Oberfläche nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (8) Zylindersektoren mit einem generell rechteckigen Umriß sind.
- 13.** Verbundwerkstück mit einer abriebfesten Oberfläche, erhalten durch das Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es
- ein Substrat (1) aus Stahl aufweist, welches eine generell konvexe Form darbietet,
 - eine polymerisierte Kleberschicht (3) auf der konvexen Außenfläche des Substrats (1), wobei
 - an der polymerisierten Kleberschicht (3) eine Abdeckung (2) aus einem abriebfesten Material auf der Basis von Wolframcarbid anhaftet, deren Innenfläche zur Anpassung an die konvexe Außenfläche des Substrats (1) geeignet ist.
- 14.** Verbundwerkstück mit einer abriebfesten Oberfläche nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück ein Zahn einer Knetmaschine der Aluminiumindustrie ist.
- 15.** Verbundwerkstück mit einer abriebfesten Oberfläche nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück eine generell konische Form darbietet, welche die Düsenadel eines Ventils bildet.

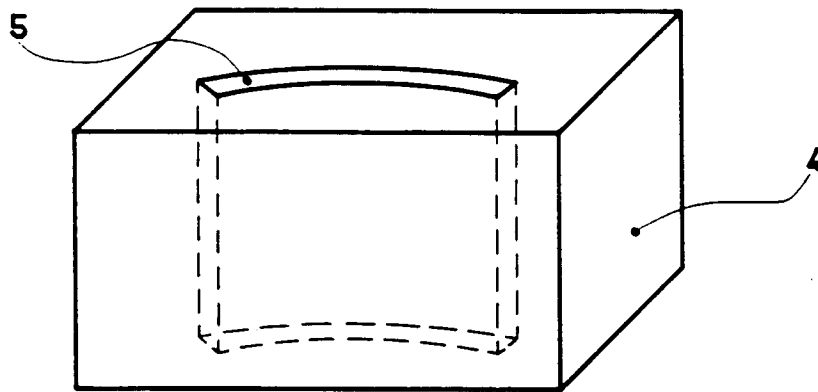


Fig. 1

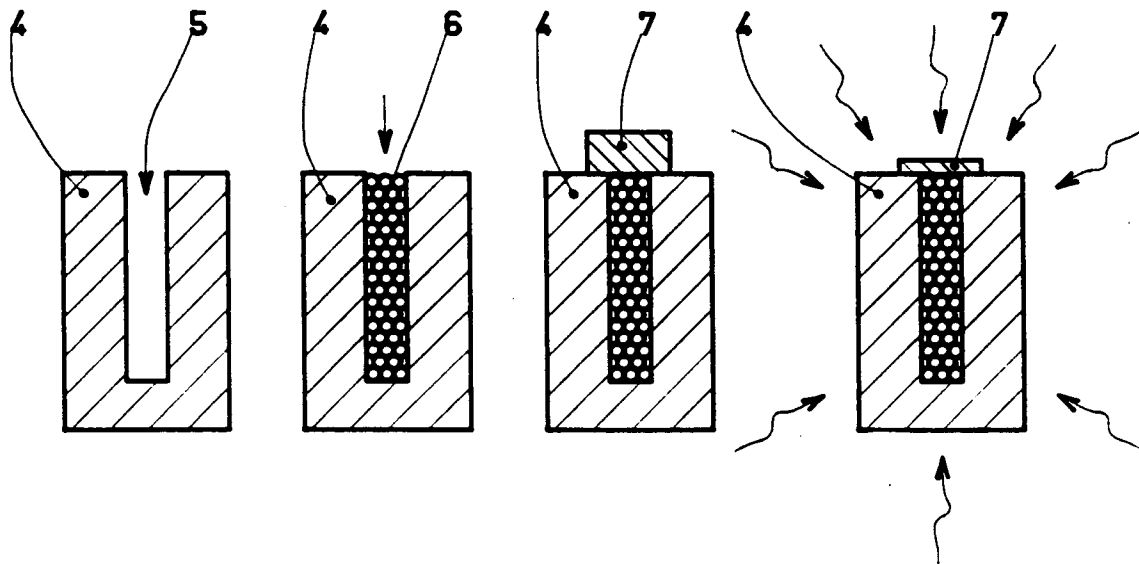


Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

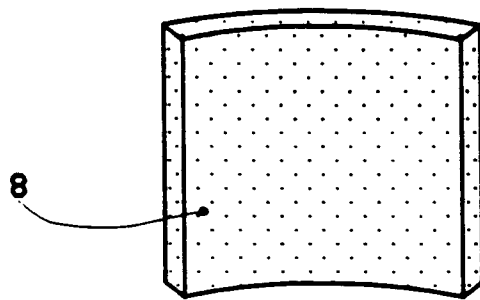


Fig. 6

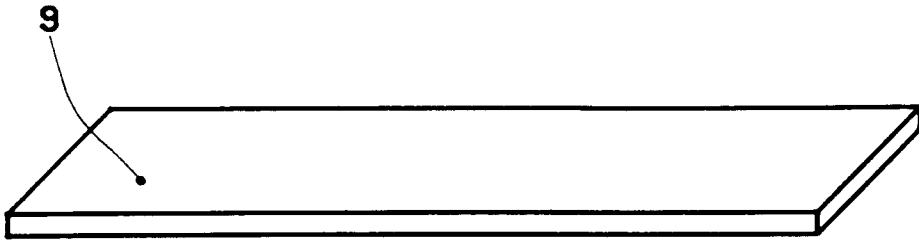


Fig. 7

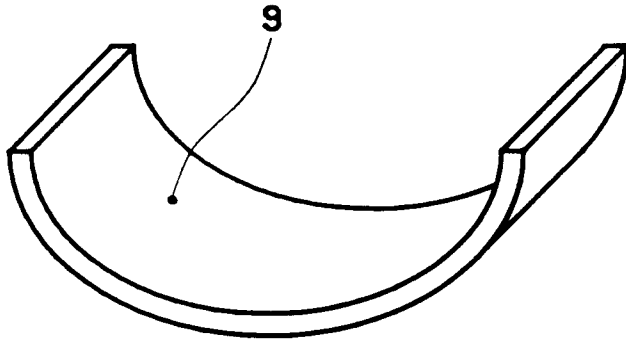


Fig. 8

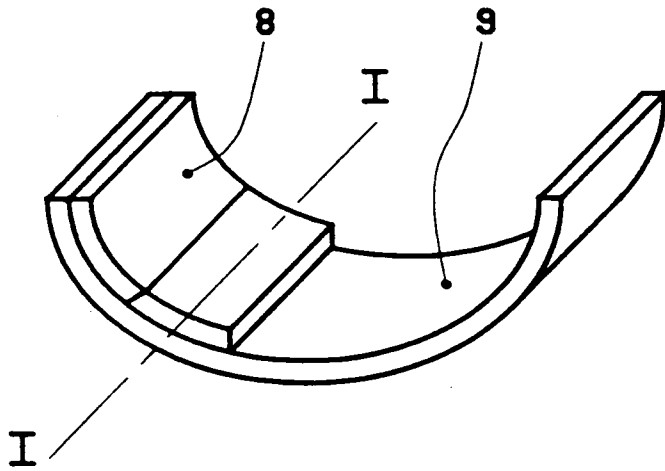


Fig. 9

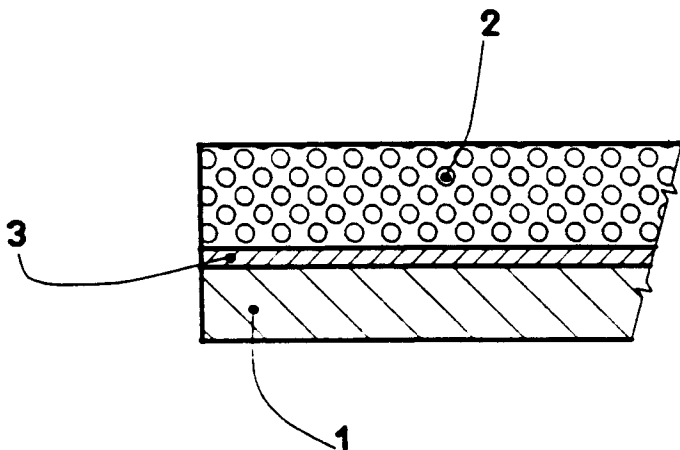


Fig. 10

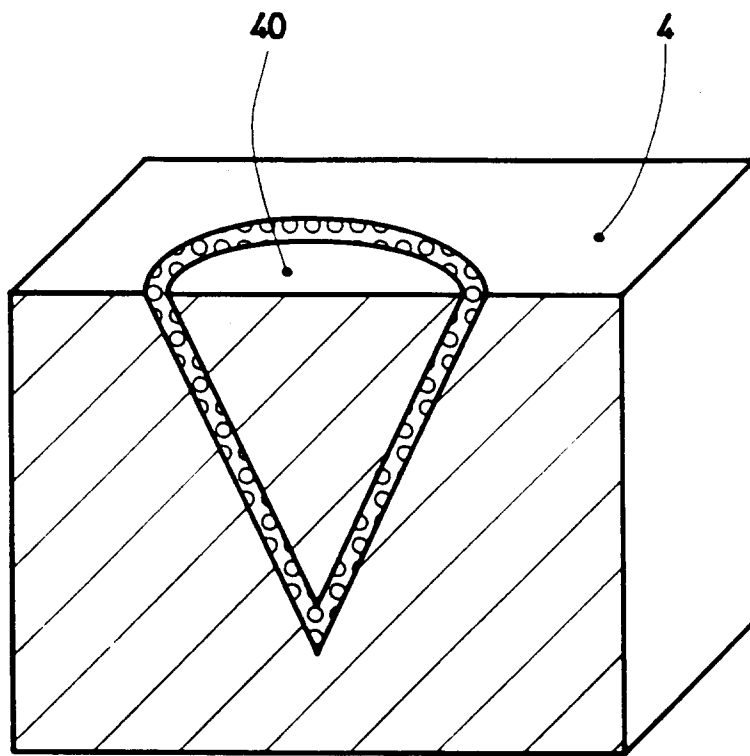


Fig. 11

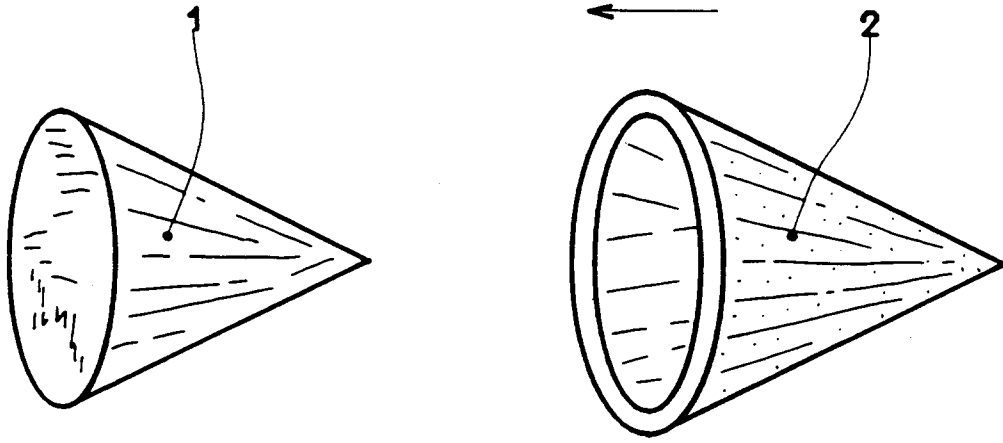


Fig. 12

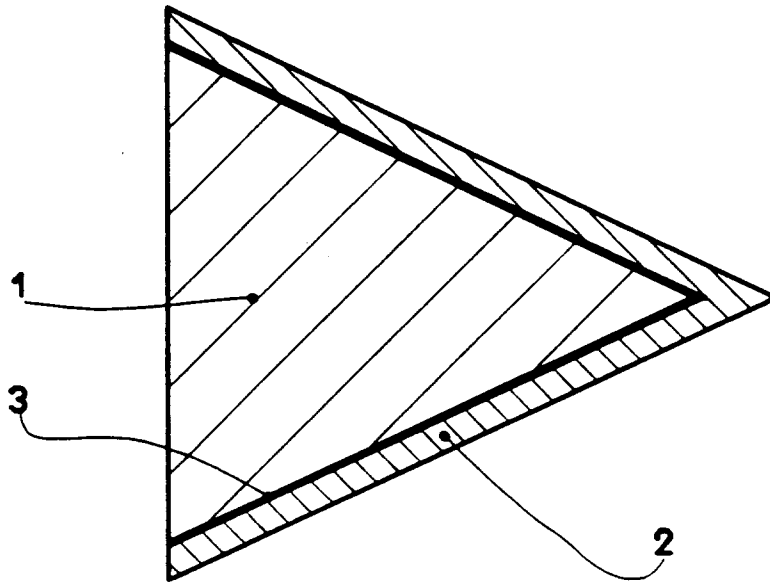


Fig. 13

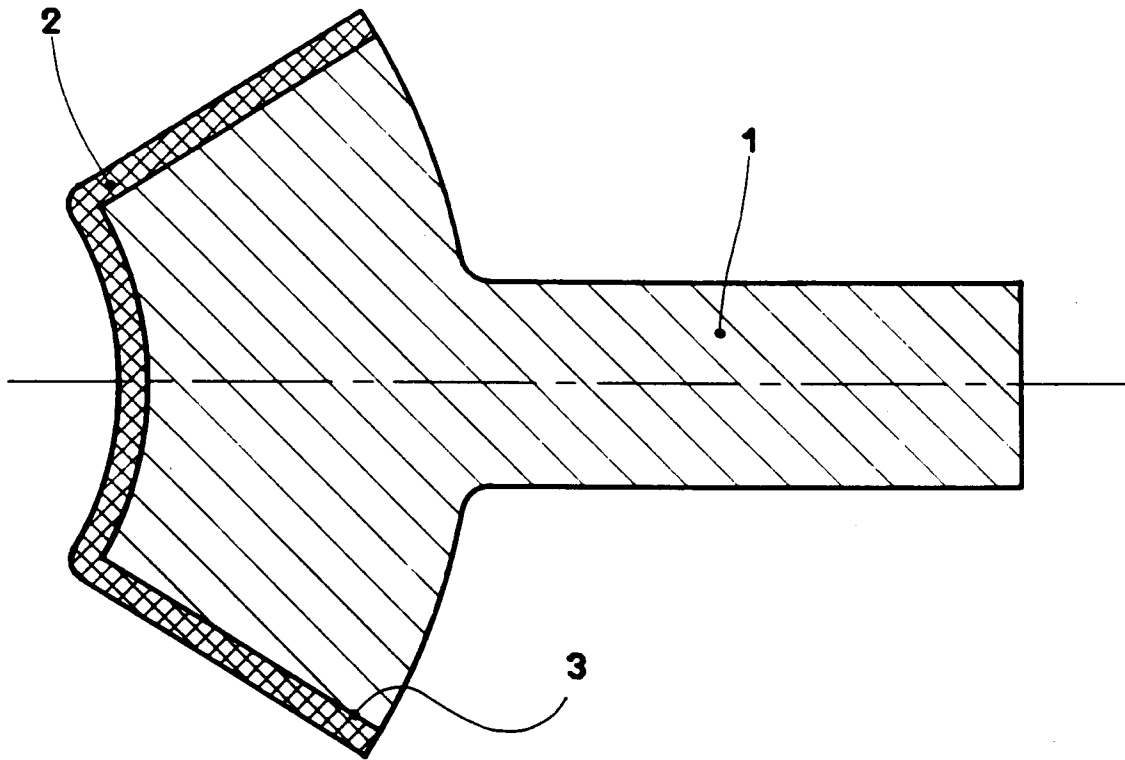


Fig. 14

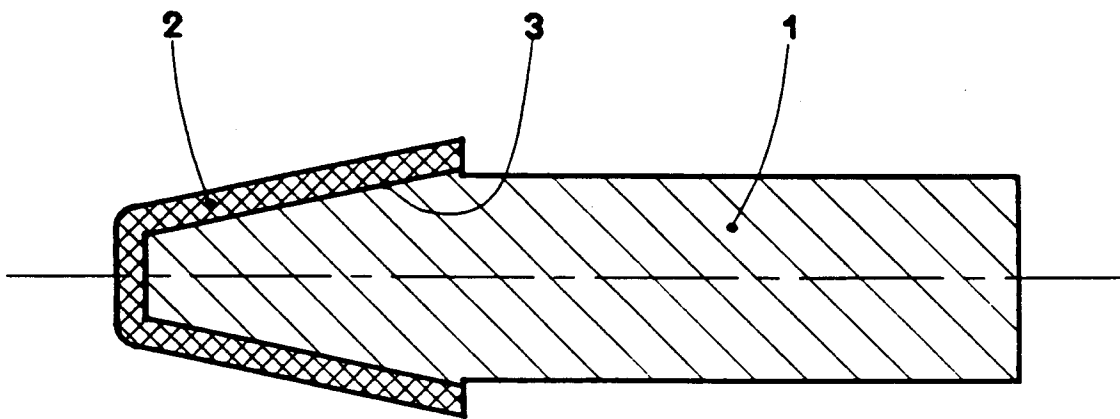


Fig. 15