

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

①1 N° de publication : **2 584 323**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **85 10221**

⑤1 Int Cl⁴ : B 22 D 19/02.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 4 juillet 1985.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 2 du 9 janvier 1987.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *AEROSPATIALE, Société Nationale In-
dustrielle.* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Michèle Sabatie et Michel Marée.

⑦3 Titulaire(s) :

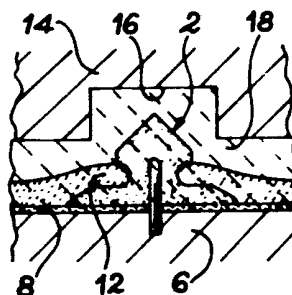
⑦4 Mandataire(s) : BREVATOME.

⑤4 Pièces de fonderie et leur procédé de fabrication.

⑤7 La présente invention se rapporte à des pièces de fonde-
rie constituées d'une matrice métallique renforcée de fibres et
comportant des excroissances.

On réalise d'abord une ossature de renfort 2 que l'on
incorpore à l'armature fibreuse 8, 12, on place le tout dans un
moule 6, 14 et on coule la matrice métallique 18. Celle-ci
pénètre dans l'armature fibreuse 8, 12 et dans l'ossature de
renfort 2. Cette dernière se trouve à l'emplacement d'une
excroissance qui, après solidification de la matrice métallique
18, se trouvera ainsi renforcée.

Application à la réalisation de pièces comportant des bos-
sages ou pattes de fixation.



FR 2 584 323 - A1

Pièces de fonderie et leur procédé de fabrication

La présente invention intéresse d'une manière générale la fabrication de pièces de fonderie en métal ou alliage léger et s'applique particulièrement à la fabrication de pièces de ce type qui sont constituées par une matrice métallique renforcée de fibres et comportent des excroissances telles que des pattes de fixation, bossages, etc...

Dans la réalisation de pièces coulées en alliage léger, des progrès importants ont permis d'obtenir des caractéristiques mécaniques nettement améliorées. L'une des solutions utilisées consiste à renforcer les matrices métalliques par incorporation de fibres possédant de fortes caractéristiques mécaniques. Les fibres les plus couramment utilisées sont des fibres d'alumine, de bore, de carbone, de carbure de silicium, de silice, de céramique, etc... On obtient un gain important sur les caractéristiques mécaniques à température ambiante, avec toutefois un allongement à la rupture faible, et également un gain sensible sur le comportement en température. C'est ainsi par exemple que, pour un alliage 2024, l'introduction de 30% de fibres courtes de carbure de silicium conduit à une résistance en traction à 350°C identique à celle obtenue à 250°C avec le même métal non renforcé de fibres. Ces dernières peuvent se présenter sous la forme de fibres longues et continues que l'on peut tisser ou enrouler, sous la forme de fibres courtes dont la longueur peut varier de quelques micromètres à quelques centimètres, ou encore sous forme de particules telles que des polycristaux broyés et équiauxes dont le diamètre est de l'ordre de 2 à 3 micromètres ou des trichites sous forme de monocristaux de diamètre 0,1 à 2 micromètres et de longueur généralement inférieure à 100 micromètres.

Les caractéristiques obtenues et les technologies de mise en oeuvre sont différentes selon le type

de fibres utilisées comme renfort. C'est ainsi que des renforts constitués de fibres courtes uniformément réparties donnent des caractéristiques moyennes non orientées, mais permettent d'obtenir des billettes qui pourront ensuite être transformées par déformation (forgeage, matriçage, filage, etc...). Au contraire, des renforts constitués de fibres continues interdisent toute transformation ultérieure qui casserait ces fibres, mais conduisent à de hautes caractéristiques qui, de plus, peuvent être orientées selon des directions privilégiées.

Il existe actuellement plusieurs méthodes pour mettre en place des fibres longues. Par exemple, on peut métalliser une nappe de fibres, puis la chauffer et la comprimer ou encore procéder par extrusion d'un profilé dans lequel on introduit, lors du filage, des fibres continues. Le document FR-A-2 363 636 décrit une méthode plus performante et plus facilement industrialisable, qui est la coulée de la matrice dans une préforme fibreuse réalisée au préalable et mise en place dans le moule avant coulée. La réalisation de telles préformes peut se faire par différentes techniques. On peut, par exemple, superposer des tissus, nappes ou gazes inclinés différemment ou enrouler un certain nombre de filaments sur un noyau si la pièce est de révolution. On peut encore utiliser une préforme tissée en plusieurs dimensions.

Les structures obtenues avec de telles méthodes ont généralement des propriétés remarquables tant à température ambiante qu'à des températures de l'ordre de 300 à 350°C. Ces propriétés mécaniques sont de toute façon bien supérieures à celles de la matrice métallique utilisée. Par ces méthodes, on obtient des pièces simples d'épaisseur constante, pour lesquelles la réalisation des préformes fibreuses est aisée et la technologie correspondante bien adaptée. Cependant, les pièces ayant

une forme simple ont une utilisation limitée. On augmente le champ d'utilisation des pièces de fonderie en alliage léger par la production brute de fonderie de pièces comportant, outre une surface générale simple, des zones qui ont des fonctions bien précises : bossages divers, pattes de fixation, zones de liaison, etc..., c'est-à-dire d'importantes excroissances locales.

Avec les méthodes décrites ci-dessus, la préforme en fibres continues qui constitue le renforcement général de la pièce coulée ne peut aisément être adaptée pour assurer l'armature des excroissances locales. Il s'ensuit que, dans la pièce finale, les zones non renforcées par des fibres n'ont que les performances de la matrice de base. Elles constituent autant de points faibles et ceci est d'autant plus gênant que, bien souvent, ces excroissances servent de moyen de liaison ou de fixation.

La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients en proposant des pièces de fonderie constituées d'une matrice métallique renforcée par une armature fibreuse et présentant des excroissances ayant elles-mêmes de bonnes caractéristiques mécaniques.

Selon la principale caractéristique des pièces de fonderie objet de l'invention, celles-ci comportant une partie massive constituée d'une matrice métallique renforcée par une armature fibreuse et au moins une excroissance, cette excroissance comprend une ossature de renfort non métallique dont au moins une partie est incorporée à l'armature fibreuse.

L'expression "partie massive" utilisée dans la présente description désigne la partie de la pièce ayant une forme suffisamment simple pour être réalisée sous la forme d'une matrice métallique renforcée de fibres, par opposition aux excroissances.

L'invention s'applique plus particulièrement aux pièces de fonderie dont la matrice métallique est

réalisée en un matériau choisi dans le groupe constitué par l'aluminium, le magnésium, le silicium et le titane.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'armature fibreuse et l'ossature de renfort sont réalisées en un matériau réfractaire. Dans la présente description, on entend par "matériau réfractaire" un matériau dont la température de fusion est supérieure à 1300°C. Des matériaux convenant particulièrement bien pour le présent usage sont par exemple : l'alumine, le bore, le silicium, le carbure de silicium, le nitrure de silicium, le nitrure d'aluminium, l'oxyde de magnésium, le carbure de titane, le graphite, l'oxyde de béryllium, le carbure de bore, l'oxyde de nickel, le bromure de nickel, le sélénium, etc...

L'invention a également pour objet un procédé de préparation de telles pièces de fonderie. Selon la principale caractéristique de ce procédé, celui-ci comporte les étapes suivantes consistant à :

- a) - réaliser partiellement l'armature fibreuse sur un support constituant le poinçon du moule,
- b) - réaliser à part une ossature de renfort,
- c) - incorporer au moins une partie de cette ossature de renfort à l'armature fibreuse,
- d) - terminer l'armature fibreuse et la placer dans le moule, et
- e) - couler la matrice métallique dans le moule fermé de manière à remplir complètement tous les espaces internes de l'armature fibreuse et de l'ossature de renfort.

Dans certains cas, le procédé peut comporter une étape supplémentaire, effectuée après l'étape b), consistant à recouvrir au moins une partie de l'ossature de renfort par une capsule de protection. Cette dernière est de préférence réalisée en un matériau apte à fondre lors de la coulée de la matrice métallique.

Quant à l'ossature de renfort, elle peut être réalisée de différentes manières. Par exemple, on peut

presser des particules ou des fibres mélangées à un liant organique ou réaliser un tissage multidimensionnel de fibres. On peut encore réaliser cette ossature par enroulement d'un tissu, ce tissu pouvant lui-même être positionné sur un noyau de particules ou de fibres réalisées dans le même matériau que le tissu.

Dans le cas où l'ossature de renfort comporte des franges, le procédé comporte une étape supplémentaire, effectuée après l'étape b), consistant à épanouir les franges par écrasement sur une partie de l'armature fibreuse.

Enfin, dans certains cas, il peut être avantageux d'utiliser un picot fusible incorporé à l'armature fibreuse sur lequel on enfile l'ossature de renfort au cours de l'étape c).

L'invention apparaîtra mieux à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple purement illustratif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- 20 - la figure 1 est une vue schématique en coupe d'une ossature de renfort,
- les figures 2a à 2e illustrent les différentes étapes de réalisation d'une pièce conforme à l'invention,
- 25 - la figure 3 est une vue schématique en coupe montrant comment on peut protéger une ossature de renfort à l'aide d'une capsule de protection,
- la figure 4 est une vue schématique en coupe montrant comment on place l'ossature de renfort dans la masse de fibres dans le cas d'une pièce plane,
- 30 - la figure 5 est une vue semblable à la figure 4 mais dans le cas d'une pièce cylindrique,
- la figure 6 est une vue en coupe suivant la ligne VI-VI de la figure 5,
- 35 - la figure 7 est une vue schématique en coupe montrant comment on place l'ossature de renfort dans une

pièce cylindrique devant être usinée au niveau de cette ossature,

- La figure 8 est une vue schématique en coupe d'une ossature de renfort obtenue par tissage tridimensionnel de fibres, et

- Les figures 9a à 9d sont des vues schématiques montrant les différentes étapes de réalisation d'une pièce conforme à l'invention lorsque l'ossature de renfort est réalisée par enroulement d'un tissu.

La figure 1 représente une ossature de renfort 2 qui, dans le cas particulier décrit ici, présente une symétrie de révolution et est constituée par des trichites, des particules ou des fibres courtes agglomérées par pressage avec un liant organique. L'ossature 2 présente un évidement cylindrique allongé 4, dont le rôle va être expliqué ci-dessous en référence aux figures 2a à 2e.

Ces figures illustrent les différentes étapes de réalisation d'une pièce conforme à l'invention. Sur la figure 2a, on voit que l'on a placé en contact avec une partie 6 du moule une nappe de fibres 8, dans laquelle sera coulée ultérieurement la matrice métallique. La partie 6 du moule peut être un mandrin cylindrique si la pièce à réaliser a une forme générale tubulaire. Un picot 10 est fiché dans la partie 6 du moule et il est entouré sur une petite partie de sa longueur par la nappe de fibres 8. L'étape suivante consiste à placer l'ossature de renfort 2 en l'enfilant sur le picot 10 grâce à l'évidement 4. L'utilisation d'un picot tel que 10 permet une bonne précision de la mise en place de l'ossature de renfort 2, le maintien de cette dernière étant assuré par serrage entre son alésage central 4 et le picot 10. On dépose ensuite sur la nappe de fibres 8 une autre nappe de fibres 12 de manière à enserrer au moins partiellement l'ossature de renfort comme cela est illustré à la figure 2c. On ferme ensuite le moule de

sorte que les nappes de fibres 8 et 12 et l'ossature de renfort 2 se trouvent entre le premier élément 6 et le deuxième élément 14 de celui-ci (figure 2d). On voit sur cette figure que la partie 14 du moule comporte un évidement 16 qui se trouve au voisinage de l'ossature de renfort 2 lorsque le moule est fermé. On coule ensuite la matrice métallique 18 entre les parties 6 et 14 du moule de sorte que le métal en fusion comble tous les interstices des nappes de fibres 8 et 12 ainsi que de l'ossature de renfort 2. La matrice métallique remplit également la cavité 16 du moule. Le picot 10 est réalisé en un matériau ayant un point de fusion suffisamment bas pour qu'il puisse fondre au moment de la coulée de la matrice 18. Une fois que celle-ci est solidifiée, la pièce est extraite du moule et on peut procéder à un usinage s'il y a lieu. La figure 2e montre un exemple d'un tel usinage où la pièce 20 comporte un alésage 19 dans une zone où se trouve une excroissance ou un renfort local 22. La ligne en pointillé de la figure 2e montre l'endroit où se trouvait initialement l'ossature de renfort 2.

On voit que, dans le cas particulier de la figure 2e, les particules constituant cette ossature se trouvent dans l'excroissance 22 : celle-ci est donc renforcée et présente les mêmes caractéristiques mécaniques que le reste de la pièce 20.

Il se peut que, lorsqu'on met en place la nappe de fibres 12 de la figure 2c, ces fibres soient soumises à des tensions qui risquent de détériorer la surface de l'ossature 2, qui est assez friable. Afin de protéger celle-ci, il peut être avantageux de la revêtir d'une capsule de protection comme cela est illustré à la figure 3.

Sur cette figure, on voit que l'ossature 2, qui a la même forme que dans le cas des figures précé-

dentes, est revêtue d'une capsule de protection 24. Sur la partie droite de la figure, la capsule 24a recouvre totalement l'ossature 2, tandis que, sur la partie gauche de la figure, la capsule 24b ne la recouvre que partiellement. La capsule 24 est réalisée en un métal mince (par exemple 0,1 mm d'épaisseur) et compatible avec la matière constituant l'ossature et les fibres. De plus, ce matériau est apte à fondre lors de l'infiltration de la matrice.

10 La figure 4 illustre un autre exemple dans lequel les excroissances de renfort sont à l'intérieur d'une pièce. Dans ce cas, l'ossature de renfort 2 comporte un corps 26 et une pièce d'ancrage 30. Le corps 26 est placé dans une cavité 28 du moule 6 tandis que la
15 pièce d'ancrage 30 devient prisonnière de la nappe de fibres 8 au moment de la mise en place de celle-ci. L'ossature de renfort 2 peut comporter une seule pièce d'ancrage 30 comme cela est représenté en traits pleins sur la figure 4, ou plusieurs si l'ossature de renfort
20 est de plus grandes dimensions comme cela est représenté en traits mixtes sur la même figure (pièces d'ancrage 30a, 30b, etc...). Bien entendu, dans ce cas également, l'ossature 2 ou au moins la pièce d'ancrage 30 peuvent être recouvertes d'une capsule de protection comme dans
25 le cas de la figure 3.

Les figures 5 et 6 illustrent une variante semblable à celle de la figure 4, mais dans laquelle la pièce à réaliser est de forme cylindrique. Dans le cas particulier décrit ici, l'ossature de renfort 2 comporte
30 un corps 26 et quatre pièces d'ancrage 30a à 30d.

La figure 7 illustre l'application de l'invention à la réalisation d'une pièce cylindrique 32 présentant à un certain endroit un renflement 34 devant être usiné suivant une forme prédéterminée. Comme précédemment,
35 ment, on utilise un mandrin 6 autour duquel est disposée

ou enroulée une nappe de fibres 8. A l'intérieur de cette nappe de fibres sont disposées une ou plusieurs ossatures de renfort 2 qui peuvent éventuellement se présenter sous la forme d'une ossature continue comme dans le cas des figures 5 et 6.

On procède comme précédemment en mettant l'ensemble dans un moule, puis en coulant la matrice métallique et en laissant solidifier cette dernière. On termine par un usinage suivant la ligne 36 marquée en pointillés sur la figure 7 : l'ossature 2 se trouvant au niveau du renflement 34, celui-ci est renforcé et présente des caractéristiques mécaniques semblables à celles du reste de la pièce.

La vue en coupe de la figure 8 illustre une variante dans laquelle l'ossature de renfort 2 a la même forme extérieure que celle de la figure 1 mais, au lieu d'être réalisée par agglomération de particules avec un liant organique, elle est réalisée par tissage tridimensionnel de fibres. Les fibres telles que 38 se trouvent dans la direction x perpendiculaire au plan de la figure tandis que les fibres 40 et 42 se trouvent dans le plan de la figure et sont orientées suivant les directions y et z respectivement.

Les figures 9a à 9d illustrent le cas où l'ossature de renfort est réalisée par enroulement d'un tissu. On voit sur la figure 9a que cette ossature de renfort se présente sous la forme d'un tissu frangé 44, présentant des échancrures 46, qu'on enroule sur lui-même pour lui donner la forme illustrée à la figure 9b. L'enroulement est fait de sorte que l'ossature 2 présente une forme sensiblement conique et on le protège par une capsule 24 qui, dans le cas particulier décrit ici, est une capsule partielle. L'étape suivante consiste à épanouir les fibres ou les franges de l'ossature 2 en enfilant celle-ci sur un picot 10 semblable à celui uti-

lisé dans la variante des figures 2a à 2e. Cet épanouissement peut éventuellement être facilité par la mise en place d'un noyau 48 de forme sensiblement conique et réalisé dans le même matériau que l'ossature 2 de la figure 1. Le cône
5 48 est lui-même centré sur le picot 10. On met ensuite en place une deuxième nappe de fibres 12 (figure 9d) de manière à enrober au moins partiellement l'ossature 2. Puis on ferme le moule et on coule la matrice comme cela a été décrit précédemment.

10 L'invention présente des avantages particulièrement intéressants puisqu'elle permet d'obtenir d'une manière simple des pièces de fonderie présentant des excroissances ou bossages ayant des caractéristiques mécaniques comparables à celles de la partie massive de
15 la pièce. Enfin, il est bien entendu que l'invention ne se limite pas aux seuls exemples qui viennent d'être décrits ici, mais qu'on peut envisager de nombreuses variantes sans sortir pour autant du cadre de l'invention. C'est ainsi que l'homme de l'art pourra adapter suivant
20 chaque cas particulier la forme de l'ossature de renfort et le moyen de fixer celle-ci sur l'armature fibreuse dans laquelle doit être coulée la matrice. Quant aux matériaux possibles, les listes qui ont été données ci-dessus ne sont pas limitatives et l'invention est appli-
25 cable quel que soit le matériau utilisé pour réaliser la pièce, l'armature fibreuse ou les ossatures de renfort.

REVENDEICATIONS

1. Pièce de fonderie comportant une partie massive constituée d'une matrice métallique (18) renforcée par une armature fibreuse (12) et au moins une excroissance métallique (22), caractérisée en ce que ladite excroissance (22) comprend une ossature de renfort non métallique (2) dont au moins une partie est incorporée à l'armature fibreuse (12).

2. Pièce de fonderie selon la revendication 1, caractérisée en ce que la matrice métallique (18) est réalisée en un matériau choisi dans le groupe constitué par l'aluminium, le magnésium, le silicium et le titane.

3. Pièce de fonderie selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que l'armature fibreuse (12) est réalisée en un matériau réfractaire.

4. Pièce de fonderie selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'ossature de renfort (2) est réalisée en un matériau réfractaire.

5. Procédé de préparation d'une pièce de fonderie comportant une partie massive constituée d'une matrice métallique (18) renforcée par une armature fibreuse (12) et au moins une excroissance métallique (22), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes consistant à :

a) - réaliser partiellement l'armature fibreuse (12) sur un support constituant le poinçon du moule (6),

b) - réaliser à part, une ossature de renfort (2),

c) - incorporer au moins une partie de cette ossature de renfort (2) à l'armature fibreuse (12),

d) - placer cette armature fibreuse (12) dans le moule (14), et

e) - couler la matrice métallique (18) dans le moule fermé (6, 14) de manière à remplir complètement tous les

espaces internes de l'armature fibreuse (12) et de l'ossature de renfort (2).

5 6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte une étape supplémentaire, effectuée après l'étape b), consistant à recouvrir au moins une partie de l'ossature de renfort (2) par une capsule de protection (24).

10 7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la capsule de protection (24) est réalisée en un matériau apte à fondre lors de la coulée de la matrice métallique (18).

15 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que l'ossature de renfort (2) est réalisée par pressage de particules ou fibres avec un liant organique.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que l'ossature de renfort (2) est réalisée par tissage multidimensionnel de fibres.

20 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que l'ossature de renfort (2) est réalisée par enroulement d'un tissu (44).

25 11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le tissu (44) est positionné sur un noyau de particules ou de fibres réalisé dans le même matériau que le tissu.

30 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 11, caractérisé en ce que, l'ossature de renfort comportant des franges, il comprend une étape supplémentaire, effectuée après l'étape b), consistant à épanouir les franges par écrasement sur une partie de l'armature fibreuse (8).

35 13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 12, caractérisé en ce qu'on utilise un

picot fusible (10) incorporé à l'armature fibreuse (8) sur lequel on enfile l'ossature de renfort (2) au cours de l'étape c).

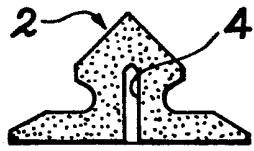


FIG. 1

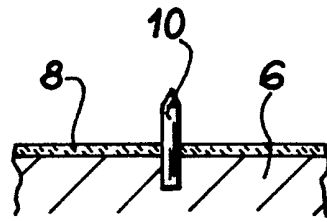


FIG. 2a

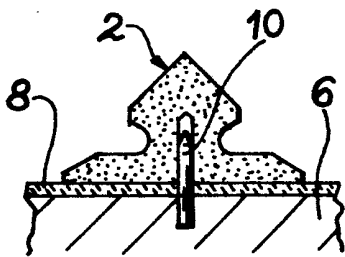


FIG. 2b

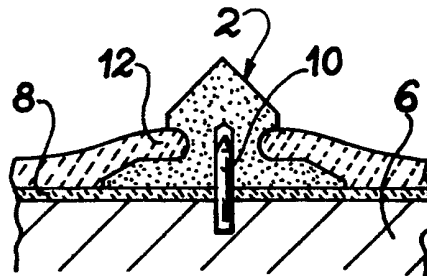


FIG. 2c

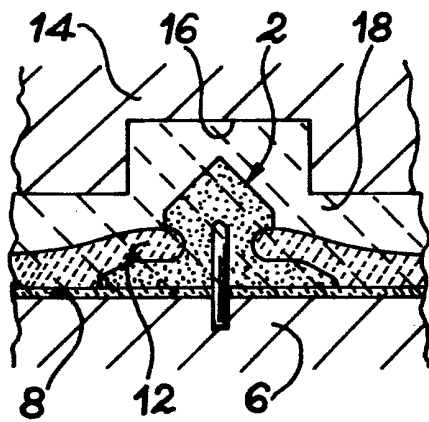


FIG. 2d

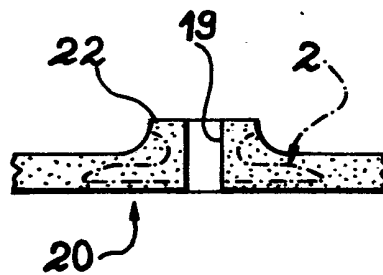


FIG. 2e

FIG. 3

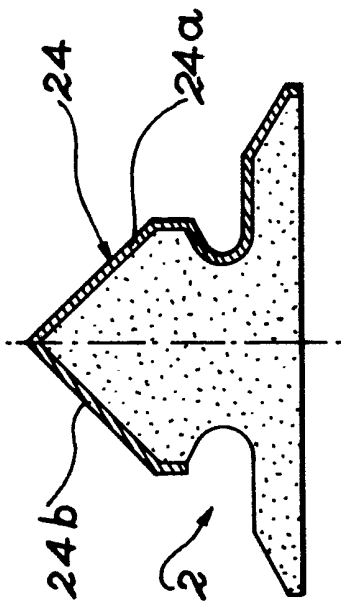
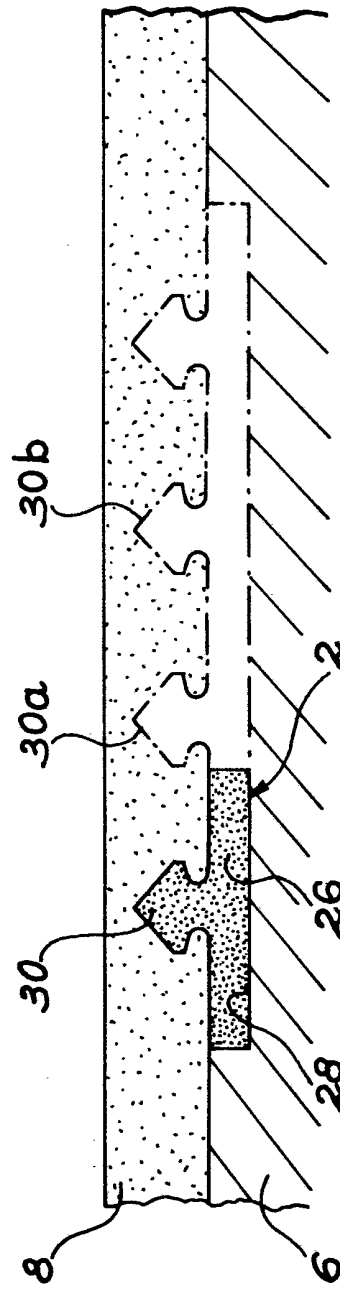
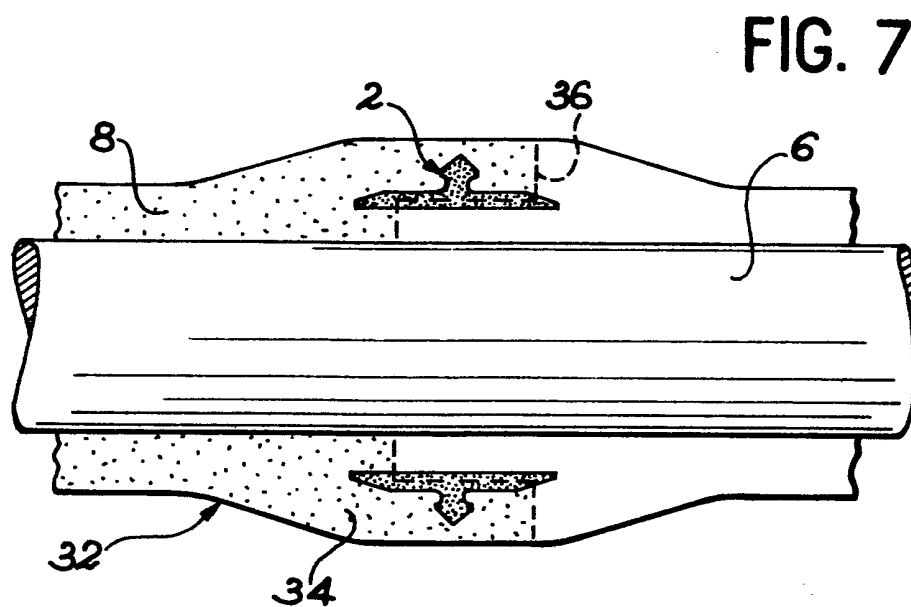
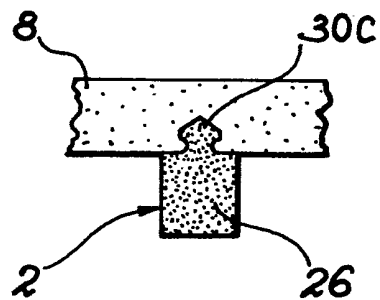
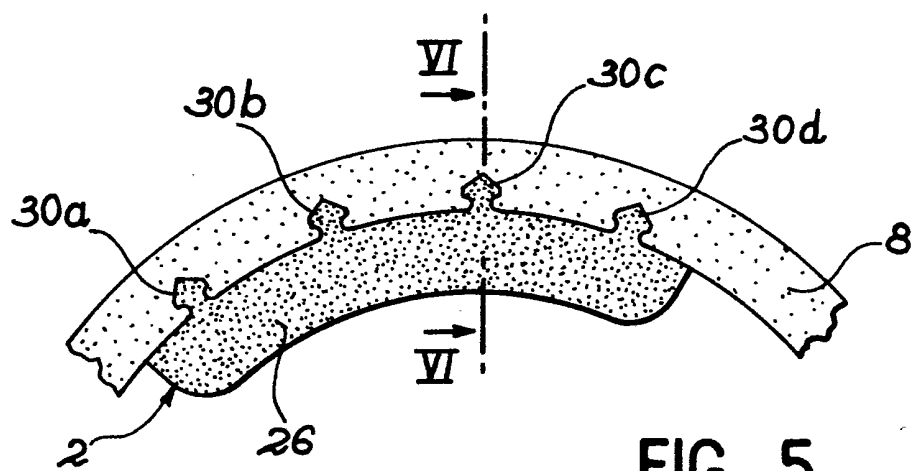


FIG. 4



3 / 4



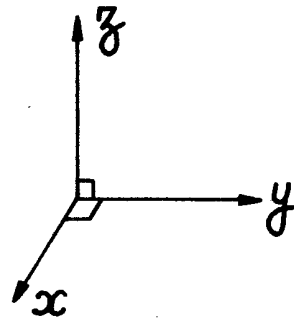
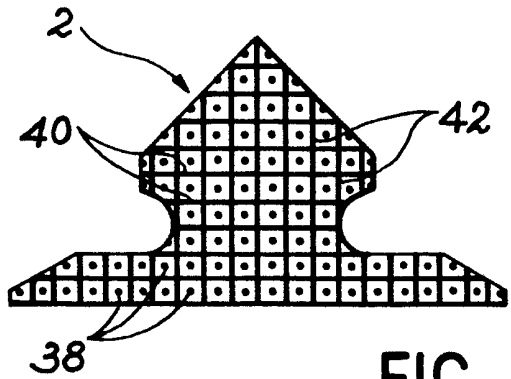


FIG. 8

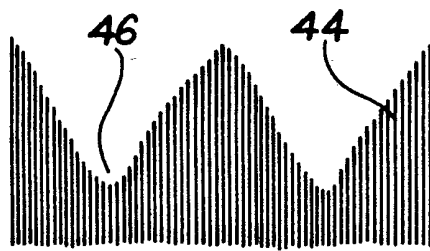


FIG. 9a

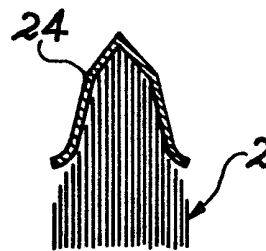


FIG. 9b

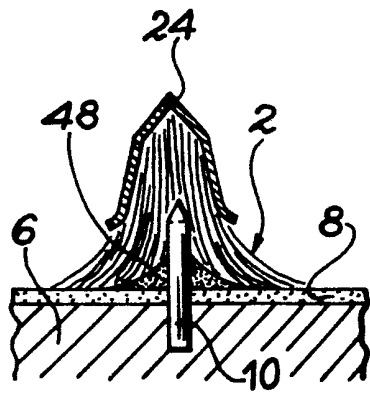


FIG. 9c

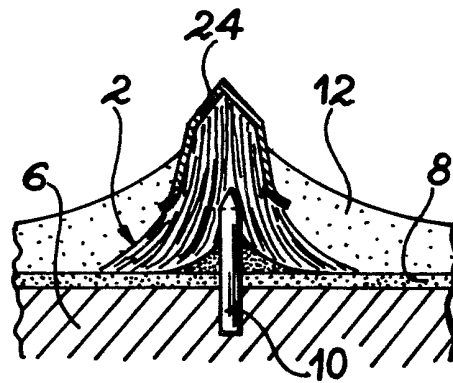


FIG. 9d