Office de la Propriété Intellectuelle du Canada
Un organisme d'Industrie Canada

Canadian Intellectual Property Office
An agency of Industry Canada

CA 2124312 C 2006/09/12

(11)(21) 2 124 312

(12) BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT

(13) C

(22) Date de dépôt/Filing Date: 1994/05/25

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 1994/11/27

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2006/09/12

(30) Priorité/Priority: 1993/05/26 (FR93 06614)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F16C 3/00* (2006.01),
B29C 53/56 (2006.01), *B29C 33/52* (2006.01),
B29C 53/82 (2006.01), *B29C 70/44* (2006.01),
F16C 7/00 (2006.01)

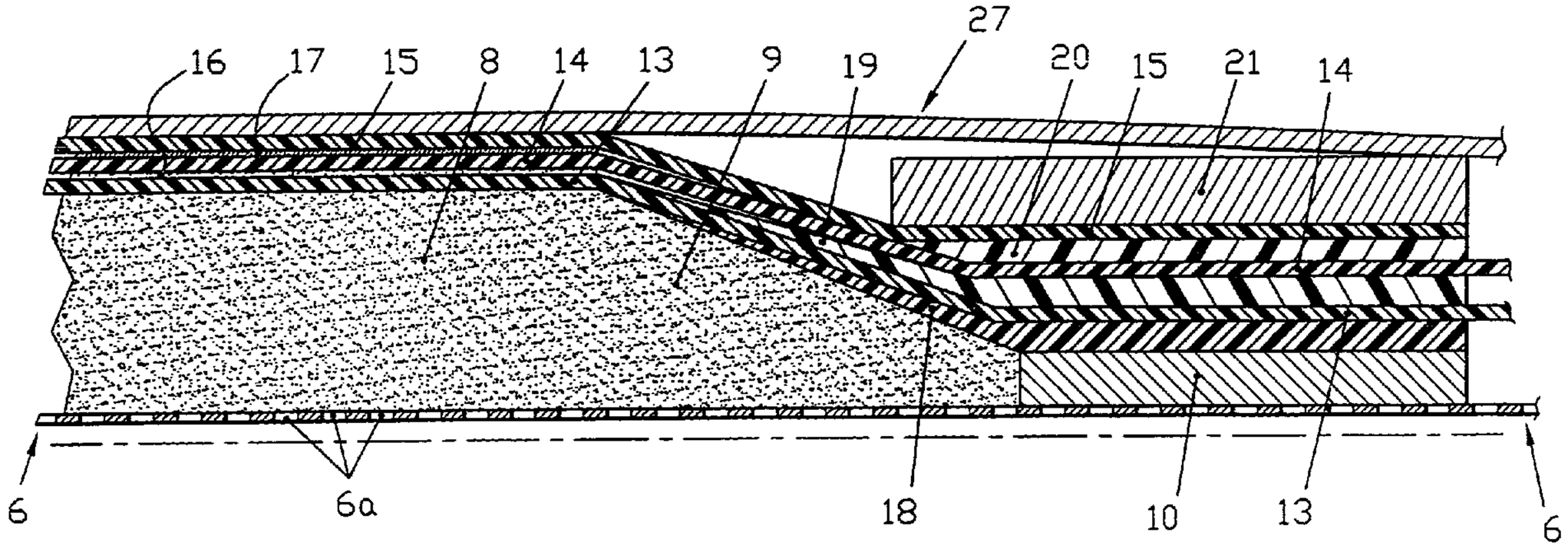
(72) Inventeurs/Inventors:
AUBERON, MARCEL, FR;
FUCHS, JEAN-FRANCOIS, FR;
LEARD, JEAN-PHILIPPE, FR

(73) Propriétaire/Owner:
AEROSPATIALE SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCEDE DE FABRICATION DE BIELLE EN MATERIAU COMPOSITE MONOBLOC PAR MISE EN PLACE DE FIBRES PRE-IMPREGNEES SUR UN MANDRIN EXTRACTIBLE ET BIELLE AINSI OBTENUE

(54) Title: MANUFACTURING METHOD OF A CONNECTING ROD MADE OF A SELF-CONTAINED COMPOSITE MATERIAL BY THE SETTING UP OF PRE-IMPREGNATED FIBERS OR AN EXTRACTABLE MANDREL, AND MANDREL THEREOF



(57) Abrégé/Abstract:
- L'objet de l'invention est un procédé de fabrication de bielle en matériau composite monobloc par mise en place de fibres pré-imprégnées sur un mandrin extractible, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes successives suivantes : réalisation sur un arbre rigide central (6) d'un mandrin fusible (7) de forme correspondant à celle de la bielle ; bobinage et/ou dépose au contact desdites fibres pré-imprégnées, suivant un nombre de couches et une inclinaison des fibres par rapport à l'axe longitudinal du mandrin (7) pré-déterminés ; polymérisation avec application d'une pression homogène de compactage sur toute la surface externe de l'ensemble ainsi obtenu ; puis, opérations finales de retrait dudit mandrin (7) et usinage aux cotes requises de la bielle. - Application à la fabrication de bielles, notamment en matériau composite monobloc.

ABREGE DESCRIPTIF

- L'objet de l'invention est un procédé de fabrication de bielle en matériau composite monobloc par mise en place de fibres pré-imprégnées sur un mandrin extractible, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes successives suivantes : réalisation sur un arbre rigide central (6) d'un mandrin fusible (7) de forme correspondant à celle de la bielle ; bobinage et/ou dépose au contact desdites fibres pré-imprégnées, suivant un nombre de couches et une inclinaison des fibres par rapport à l'axe longitudinal du mandrin (7) pré-déterminés ; polymérisation avec application d'une pression homogène de compactage sur toute la surface externe de l'ensemble ainsi obtenu ; puis, opérations finales de retrait dudit mandrin (7) et usinage aux cotes requises de la bielle.

- Application à la fabrication de bielles, notamment en matériau composite monobloc.

FIGURE 3

PROCEDE DE FABRICATION DE BIELLE EN MATERIAU COMPOSITE MONOBLOC PAR MISE EN PLACE DE FIBRES PRE-IMPREGNEES SUR UN MANDRIN EXTRACTIBLE ET BIELLE AINSI OBTENUE

La présente invention a trait à la fabrication de bielles destinées à être disposées entre deux points d'une structure et susceptibles de subir des efforts longitudinaux et plus particulièrement des bielles en matériau composite monobloc constituées d'une partie courante creuse de section cylindrique ou non, reliant deux têtes de bielle en forme notamment de chape de fixation.

On sait déjà, par les brevets français FR-2.446.180 et FR-2.550.123, réaliser des bielles monoblocs en matériau composite, dont la partie courante et les parties d'extrémité sont entièrement constituées de fibres pré-imprégnées mises en place sur un mandrin approprié qui est ensuite placé dans un moule dont la paroi interne épouse la forme de la bielle à réaliser, à des fins de polymérisation.

Dans FR-2.446.180, les fibres sont sous la forme d'un tissu enroulé sur plusieurs tours ou "plis" sur un mandrin en matériau déformable qui est ensuite aplati aux deux extrémités.

Une telle technique, outre qu'elle interdit de réaliser des têtes de bielle à chape, ne permet pas de moduler à volonté les caractéristiques locales du matériau composite le long de la bielle puisque l'on part de tissus pré-existants qui sont simplement plaqués sur le mandrin. En outre, il ne s'agit pas véritablement de bielles monoblocs puisque le mandrin demeure prisonnier à l'intérieur des bielles.

Dans FR-2.550.123 les fibres sont déposées de manière unidirectionnelle, dans l'axe longitudinal de la bielle sur un mandrin expansible qui, ensuite, sera "gonflé" pour épouser le moule.

Une telle dépose unidirectionnelle, imposée par la mise en expansion du mandrin ainsi revêtu, ne permet pas de faire varier longitudinalement à la bielle les caractéristiques de dépose des fibres et privilégie uniquement la résistance aux efforts longitudinaux.

La présente invention vise à remédier aux inconvénients des techniques connues en proposant une nouvelle technique de réalisation de bielles du type mentionné ci-dessus, permettant de réaliser des épaisseurs de paroi évolutives et de définir à volonté les caractéristiques de positionnement des fibres.

La présente invention vise un procédé de fabrication de bielle en matériau composite monobloc par mise en place de fibres pré-imprégnées sur un mandrin extractible, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes successives suivantes:

- réalisation sur un arbre central rigide d'un mandrin fusible ayant un axe longitudinal et une forme correspondant à celle de la bielle;
- mise en place desdites fibres pré-imprégnées sur ledit mandrin par au moins l'une des techniques prises dans le groupe comprenant le bobinage et la dépose au contact des fibres pré-imprégnées, suivant un nombre de couches et une inclinaison des fibres par rapport à l'axe longitudinal du mandrin pré-déterminés pour obtenir un ensemble fibres pré-imprégnées / mandrin comprenant une surface externe;
- polymérisation avec application d'une pression homogène de compactage sur toute la surface externe de l'ensemble ainsi obtenu;
- puis, opérations finales de retrait dudit mandrin et usinage des fibres pré-imprégnées polymérisées aux cotes requises de la bielle.

De préférence, après bobinage-dépose des fibres et avant polymérisation-compactage du matériau composite, chaque tête de bielle est munie de moyens de conformation appropriés à la forme de la chape ou partie de fixation de la bielle.

De préférence, suivant un mode opératoire, l'ensemble du mandrin muni des fibres et des éventuels moyens de conformation des parties d'extrémité de la bielle est disposé à l'intérieur d'une vessie qui est ensuite mise sous vide, puis ledit ensemble est placé dans un autoclave sous pression pour assurer ladite polymérisation.

De préférence, suivant une application du procédé à la réalisation d'une bielle comportant à chaque extrémité une chape reliée à une partie courante d'épaisseur de paroi constante par une partie de raccordement de section et d'épaisseur de paroi variables, on bobine des fibres sur l'ensemble du mandrin par enroulement circonférentiel et longitudinal et, sur les chapes et parties de raccordement, on met en place des fibres par bobinage ou dépose au contact en fonction des épaisseurs locales à obtenir.

Suivant un mode préférentiel, entre certaines au moins des couches de fibres d'au moins la partie courante, on dépose au contact un film de colle et éventuellement au moins une couche de tissu de verre.

Par mandrin extractible on entend un mandrin qui, après polymérisation du matériau composite, peut être retiré de l'intérieur de la bielle par l'une et/ou l'autre de ses extrémités sans atteinte de l'intégrité de la bielle. Par exemple et suivant un mode de mise en oeuvre, le mandrin est moulé en un matériau fusible, notamment un mélange de sable et de liant tel que le matériau dénommé commercialement "arényl".

Le procédé de réalisation de bielles par bobinage-dépose au contact selon l'invention permet une mécanisation de la fabrication industrielle assurant une très bonne reproductibilité et une diminution des coûts par rapport aux techniques concurrentes connues, notamment les techniques de drapage qui nécessitent beaucoup de main d'oeuvre et d'inter-opérations de découpes des tissus.

De plus, la technique de bobinage-dépose au contact permet de bien maîtriser la qualité de la bielle et ses performances dans l'absorption des efforts, du fait de l'optimisation du sens et de l'orientation des fibres dans les différentes parties de la bielle.

Enfin, la conjonction d'une pression externe homogène exercée sur toute la surface externe de la bielle et de la polymérisation assure un compactage optimal du matériau composite.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui va suivre d'un mode de mise en oeuvre du procédé de l'invention, description donnée à titre d'exemple uniquement et en regard des dessins annexés sur lesquels :

- Figures 1a, 1b et 1c représentent respectivement une vue de dessus, une vue en élévation et une vue en bout d'une bielle à partie courante cylindrique et chape à chaque extrémité ;
- Figures 2a et 2b représentent respectivement une vue en élévation et une vue de dessus d'un mandrin selon l'invention, pour la réalisation d'une bielle du type des figures 1a à 1c ;
- Figure 3 illustre une phase de bobinage d'un mandrin du type de celui des figures 2a, 2b ;
- Figure 4 représente schématiquement en coupe longitudinale axiale un mandrin revêtu de fibres et muni à ses extrémités de pièces de mise en forme ;
- Figure 5 est une vue en perspective illustrant un mode de réalisation de pièces de conformation au droit d'une chape de la bielle,
- Figure 6 représente partiellement le mandrin de la figure 4 inséré dans une vessie de compactage, et
- Figures 7 à 14 illustrent la réalisation d'une bielle pourvue à une extrémité d'une chape et à l'autre extrémité d'une tête aplatie.

Sur les figures 1a à 1c on a représenté schématiquement un type de bielle réalisable avec le procédé de l'invention, constitué d'une partie courante creuse cylindrique 1, d'épaisseur de paroi constante, reliant deux têtes de bielle identiques en forme de chape 2 s'inscrivant dans un cylindre de diamètre légèrement inférieur à celui de la partie courante 1, les chapes étant reliées à cette dernière par une partie de raccordement 3 de section évolutive et d'épaisseur de paroi allant en s'épaississant de la partie courante 1 à la chape 2. Chaque chape 2 est constituée de deux joues parallèles 4 de section rectangulaire et percées de deux trous 5 en regard.

Les figures 2a,2b représentent schématiquement un type de mandrin apte, selon le procédé de l'invention, à la

réalisation de bielle du type des figures 1a à 1c en matériau composite, monobloc.

Ce mandrin est constitué d'une tige centrale rigide 6, par exemple métallique, de préférence creuse avec une paroi poreuse ou percée de trous (6a, figure 6) pour assurer le dégazage du matériau du mandrin lors de sa cuisson, sur laquelle est moulé un corps 7 en sable malaxé avec du liant, par exemple le matériau dénommé commercialement "arényl" qui est un matériau soluble dans l'eau chaude et qui peut donc être fondu et récupéré. Le corps 7 est moulé à la forme générale intérieure de la bielle à réaliser.

Le corps 7 présente une partie centrale cylindrique 8, prolongée à chaque extrémité par une partie de raccordement 9 correspondant aux parties évolutives 3 de la bielle. Les parties de raccordement 9 sont prolongées par une partie 10 de section rectangulaire, constituée, comme représenté sur la figure 4, par une pièce métallique enfilée sur la tige creuse centrale 6 et servant de support pour la réalisation des chapes 2 de la bielle.

La figure 3 représente le mandrin dans sa totalité, y compris les éléments d'extrémité en prolongement des parties 10 et constitués par des poires de retournement 11 assurant la boucle de bobinage lors du retour de la tête 12 de mise en place de fibres F qui sont, par exemple, des fibres de carbone pré-imprégnées d'une résine appropriée.

En partie inférieure de la figure 3 est représentée la bielle de la figure 1a qui sera réalisée avec le mandrin 7, la bielle occupant une longueur L de mandrin égale à la distance entre les deux poires 11.

Après bobinage-dépose au contact du mandrin et polymérisation du matériau composite, on procède aux opérations finales d'usinage et finitions.

La figure 3 illustre le bobinage du mandrin à l'aide de la tête 12.

Le mandrin est, avant bobinage-dépose au contact, avantageusement revêtu d'un film ou tissu non poreux afin d'éviter toute infiltration de résine dans le matériau du mandrin lors de la polymérisation ultérieure.

Les fibres F sont mises en place par bobinage ou par dépose au contact.

Le mandrin est revêtu par bobinage circonférentiel ou longitudinal suivant divers angles d'inclinaison par rapport à l'axe du mandrin.

Sur la figure 6 on a représenté deux couches de fibres bobinées longitudinalement, respectivement 13 et 14, s'étendant sur toute la longueur du mandrin, comme illustré par la figure 3, et une couche 15 de fibres bobinées circonférentiellement, s'étendant également sur toute la longueur du mandrin.

Entre les deux couches de fibres longitudinales 13,14, en regard de la partie cylindrique 8, est interposé un film de colle 16, mis en place par dépose au contact, cependant qu'entre la deuxième couche de fibres longitudinales 14 et la couche de fibres circonférentielles 15 est mis en place par dépose au contact un tissu de verre 17.

L'épaisseur des fibres au droit de la partie cylindrique 8 est constante d'un bout à l'autre.

A hauteur des parties 9 du mandrin, l'épaisseur des couches de fibres est évolutive et va en s'accroissant jusque dans la zone des chapes à hauteur des parties 10.

A cet effet, entre la première couche 13 et le mandrin (partie 9) et entre les couches 13 et 14 sont déposées au contact des fibres, respectivement 18 et 19, par dépose circonférentielle ou longitudinale, en sorte d'obtenir l'évolution d'épaisseur désirée. La dépose est effectuée en sorte de réaliser l'évolution progressive d'épaisseur désirée entre les parties 8 et 10 du mandrin.

Bien entendu, la couche 18 est mise en place sur les parties 9,10 du mandrin avant la mise en place par bobinage de la première couche 13 et la couche 18 est mise en place immédiatement après ladite couche 13 et avant la seconde couche 14. Après la couche 14 est mise en place, par dépose au droit des parties 10, une troisième couche de fibres 20 qui déborde légèrement sur les parties 9. Les déposes des couches 18, 9 et 20 en regard des parties 10 se font en sorte d'obtenir une épaisseur totale constante de fibres.

La figure 6 a trait à un simple exemple illustratif de la structure de bielle selon l'invention, car il est évident que le nombre total de couches de fibres pré-imprégnées, de films de colle et de tissu de verre pourra être supérieur à

celui représenté et que l'on pourra choisir tous modes de superposition des différentes couches au niveau de chacune des parties 8,9 et 10 du mandrin.

Le bobinage et la dépose au contact seront effectués selon divers angles, par exemple 0°, ± 25°, ± 45°; 90°.

Il est à noter que sur une même couche, l'angle d'inclinaison de la fibre bobinée ou déposée au contact peut varier selon la zone de la bielle.

De préférence, la couche de tissu de verre 17 est unique et constitue l'avant-dernière couche, la dernière couche (15) étant une couche de fibres bobinées circonférentiellement sur l'ensemble du mandrin.

Une fois les différentes couches mises en place, le mandrin est muni au droit de ses parties d'extrémité 9 et 10 de pièces de conformation des chapes de bielle, symbolisées en 21 sur la figure 6 et représentées plus en détail, suivant un mode de réalisation, sur les figures 4 et 5.

Les pièces de conformation sont par exemple deux plaques 21a,21b (figure 5) disposées en vis à vis en prenant en sandwich lesdites parties 9 et 10 et réunies par des tirants 22 permettant de régler la pression exercée par les plaques 21a,21b sur le matériau composite sous-jacent.

Les plaques 21a,21b comportent une surface interne plane 23 parallèle à l'axe du tube 6 et une surface interne plane inclinée 24 en correspondance avec la surface externe du matériau composite en regard des parties 9.

Les surfaces 23 et 24 définissent les faces externes des joues 4 des chapes 2 ainsi qu'une partie (25, figures 1b et 3) des surfaces de raccordement entre les chapes et la partie courante de la bielle.

Après mise en place des pièces de conformation 21a,21b, le matériau composite est incisé aux deux extrémités en 26 (figures 3 et 4) et l'ensemble tube 6-mandrin 7-matériau composite-pièces de conformation est placé à l'intérieur d'une vessie étanche 27 (figures 4 et 6) qui est mise sous vide, ledit ensemble avec sa vessie étant ensuite placé en autoclave pour polymériser la résine du matériau composite.

L'autoclavage s'effectue suivant des températures et durées appropriées au cycle de polymérisation, l'étuve de

l'autoclave étant, au début de la polymérisation, mise en pression à quelques bars.

La vessie 27, tout en assurant l'application d'une pression homogène de compactage sur toute la surface externe du matériau composite, évite aux gaz sous pression contenus dans l'autoclave de pénétrer dans ledit matériau.

La polymérisation terminée, la vessie 27 est retirée, les pièces d'extrémité 10 du mandrin sont extraites, puis le mandrin est plongé dans de l'eau chaude à 50°C maximum pour ramollir le sable (8,9), enlever le tube 6 et le film de protection du mandrin et enfin rincer l'intérieur et l'extérieur de la bielle ainsi réalisée.

La phase finale de finition consiste à usiner la bielle (mise à longueur L, détourage des chapes 2, surfaçage des joues 4, alésage des trous 5), puis à contrôler par exemple par ultra-sons la bielle.

La bielle finale est creuse dans sa partie courante 1 ainsi que dans ses deux parties de raccordement 3, l'espace intérieur débouchant sur l'extérieur entre les joues 4 des chapes 2. Dans le cas d'une partie courante 1 cylindrique et de chapes 2 de section générale rectangulaire, les parties de raccordement 3 présentent une surface externe qui est une surface de transition partant d'un cercle (partie courante 1) et aboutissant à un rectangle (chape 2).

Le type de mandrin utilisé selon l'invention peut résister à des pressions externes élevées. Ceci permet une mise en place des fibres par bobinage et dépose au contact, assurant un excellent compactage du matériau composite et une mise en place rapide et facilement automatisable des fibres.

Les possibilités multiples de positionnement des fibres ou autres éléments du matériau composite (sens et orientation des fibres, alternance des couches, adjonction de couches supplémentaires telles le film de colle 16 ou le tissu 17 de verre, ou autre matériau) dans les différentes parties de la bielle confèrent à cette dernière des propriétés de résistance mécanique à diverses sollicitations (compression, traction, flambage, torsion, tenue aux chocs) remarquables.

Enfin, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation représentés et décrits ci-dessus, mais en couvre au contraire toutes les variantes, notamment en ce qui

concerne la nature du matériau composite (fibres, résine, film de colle, tissu de renfort), les formes et dimensions de la partie courante, des parties d'extrémité et des parties de raccordement de la bielle, la nature et l'agencement des éventuels moyens de conformation des parties d'extrémité de la bielle, ainsi que les modes d'application d'une pression sur le mandrin revêtu de fibres et de réalisation d'un mandrin susceptible d'être extrait de l'intérieur de la bielle sans atteinte de l'intégrité de cette dernière.

Le procédé de l'invention peut être mis en oeuvre pour l'obtention de bielles comportant une chape à une extrémité et une tête simple aplatie à l'autre extrémité.

Les figures 7 à 14 illustrent la réalisation conformément à l'invention d'une telle bielle.

Pour tenir compte de la forme de l'extrémité en tête aplatie ou oreille de la bielle, le mandrin 28 comporte une tige centrale creuse perforée 29 analogue à la tige 6 de la figure 6 mais ne s'étendant dans le corps en sable 30 que jusqu'à hauteur de la partie 31 de raccordement de la partie centrale 32 à la partie du mandrin correspondant à la tête aplatie de la bielle.

Dans le prolongement de la partie de raccordement 31 qui est, ainsi que la partie centrale 32, réalisée par exemple en "arényl" comme les parties 8 et 9 du mandrin de la figure 6, est fixée par collage une pièce métallique 33 de section rectangulaire aplatie et sur laquelle seront bobinées ou déposées les fibres correspondant à la tête aplatie de la bielle. De préférence, l'extrémité de la pièce 33 est enfourchée par sa tranche sur l'arête 34 de la partie 31.

Au-delà de la pièce 33 est disposée une tige 35, solidaire de la pièce 33 et dans l'axe de la tige 29, les tiges 29,35 définissant l'axe de rotation du mandrin 28. Sur la tige 35, à côté de la pièce 33, est disposée une poire de retournement 36 analogue aux poires 11 de la figure 3.

La mise en place, par bobinage ou dépose au contact des fibres sur le mandrin 28, dont l'autre extrémité est analogue à la partie gauche du dispositif de la figure 4, puisqu'à cette autre extrémité est prévue une chape normale à deux joues, s'opère exactement comme dans l'exemple de la figure 6.

La figure 9 représente le mandrin des figures 7 et 8 revêtu de fibres.

Ensuite, le matériau composite de revêtement M est incisé en 37 afin de procéder au retrait de la tige 35, de la poire 36 et de la pièce 33, comme illustré par la figure 10.

Des pièces de conformation 38, analogues aux pièces 21a,21b de la figure 5, sont mises en place à la manière d'un serre-joint sur les deux flancs opposés de la partie du matériau composite M en regard des parties de mandrin 31 et de la pièce 33 retirée. En rapprochant les pièces 38, on supprime (figure 11) la cavité laissée par le retrait de la pièce 33.

L'ensemble du mandrin, avec son conformateur 38, est placé comme dans l'exemple de la figure 6, dans une vessie 27 (figure 12), l'ensemble étant ensuite mis en autoclave pour polymériser sous pression la résine du matériau composite.

Après polymérisation, la vessie 27 est retirée, le sable du mandrin 28 enlevé après ramollissement par l'intermédiaire d'eau chaude introduite par le tube perforé 29 et la bielle creuse démoulée (figure 13) fait apparaître à l'une de ses extrémités une tête aplatie 39 qui (figure 14), après détourage, surfaçage et alésage d'un trou 40, constituera une oreille ou chape à une seule joue de type classique.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication de bielle en matériau composite monobloc par mise en place de fibres pré-imprégnées sur un mandrin extractible, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes successives suivantes:

- réalisation sur un arbre central rigide d'un mandrin fusible ayant un axe longitudinal et une forme correspondant à celle de la bielle;
- mise en place desdites fibres pré-imprégnées sur ledit mandrin par au moins l'une des techniques prises dans le groupe comprenant le bobinage et la dépose au contact des fibres pré-imprégnées, suivant un nombre de couches et une inclinaison des fibres par rapport à l'axe longitudinal du mandrin pré-déterminés pour obtenir un ensemble fibres pré-imprégnées / mandrin comprenant une surface externe;
- polymérisation avec application d'une pression homogène de compactage sur toute la surface externe de l'ensemble ainsi obtenu;
- puis, opérations finales de retrait dudit mandrin et usinage des fibres pré-imprégnées polymérisées aux cotes requises de la bielle.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'après la mise en place desdites fibres et avant polymérisation-compactage de l'ensemble fibres pré-imprégnées / mandrin, on place sur ledit ensemble des moyens de conformation appropriés pour former une chape ou une partie de fixation de la bielle.

3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'ensemble du mandrin muni des fibres et des éventuels moyens de conformation des parties d'extrémité de la bielle est disposé à l'intérieur d'une vessie qui est ensuite mise sous vide, puis ledit ensemble est placé dans un autoclave sous pression pour assurer ladite polymérisation.

4. Procédé suivant la revendication 1 ou 3, plus particulièrement appliqué à la réalisation d'une bielle comportant des parties de fixation reliées à une partie courante d'épaisseur de paroi constante par une partie de raccordement de section et d'épaisseur de paroi variables, caractérisé en ce que l'on bobine des fibres sur l'ensemble du mandrin par enroulement circonférentiel et longitudinal et, sur les parties de fixation et les parties de raccordement, on met en place des fibres par bobinage ou dépose au contact en fonction des épaisseurs locales à obtenir.

5. Procédé suivant la revendication 2, plus particulièrement appliqué à la réalisation d'une bielle comportant des parties de fixation reliées à une partie courante d'épaisseur de paroi constante par une partie de raccordement de section et d'épaisseur de paroi variables, caractérisé en ce que l'on bobine des fibres sur l'ensemble du mandrin par enroulement circonférentiel et longitudinal et, sur les parties de fixation et les parties de raccordement, on met en place des fibres par bobinage ou dépose au contact en fonction des épaisseurs locales à obtenir.

6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'entre certaines au moins des couches de fibres d'au moins la partie courante, on dépose au contact un film de colle et éventuellement au moins une couche de tissu de verre.

7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que sur une même couche de fibres on fait varier l'angle d'inclinaison des fibres mises en place par bobinage ou dépose au contact, selon des zones de la bielle sur lesquelles les fibres sont déposées.

8. Procédé suivant la revendication 5, caractérisé en ce que les moyens de conformation définissent deux surfaces planes parallèles pressées l'une en direction de l'autre en prenant en sandwich les parties de mandrin revêtues de fibres correspondant aux parties de fixation de la bielle et deux

surfaces planes inclinées également pressées l'une vers l'autre en prenant en sandwich les parties de mandrin revêtues de fibres correspondants aux parties de raccordement de la partie courante de la bielle auxdites parties de fixation.

9. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'on réalise le mandrin par moulage de sable et de liant, le mandrin étant extractible par fusion.

10. Procédé suivant la revendication 8 ou 9, plus particulièrement appliqué à la réalisation d'une bielle à chapes, caractérisé en ce que les parties du mandrin servant de support à la mise en place de fibres des chapes sont constituées par des pièces métalliques rapportées sur ledit arbre central.

11. Procédé suivant la revendication 8, plus particulièrement appliqué à la réalisation d'une bielle munie, à une extrémité, de la chape et, à l'autre extrémité, d'une tête aplatie, caractérisé en ce que la partie du mandrin servant de support à la mise en place des fibres de la chape est constituée par une pièce métallique rapportée sur ledit arbre central et la partie de mandrin servant de support à la mise en place des fibres de la tête aplatie est constituée d'une partie amovible rapportée à l'extrémité du mandrin en sable, ledit arbre central ne s'étendant que dans ce dernier.

12. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que ledit arbre central est creux et sa paroi est percée de trous.

13. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que ledit arbre central est creux et sa paroi est poreuse.

14. Bielle en matériau composite monobloc obtenue selon le procédé de la revendication 1, comprenant une partie courante tubulaire, deux parties d'extrémité de fixation et des parties tubulaires de raccordement entre partie courante et parties d'extrémité, constituées par un matériau composite

comprenant des fibres déposées par couches successives et orientées, par rapport à l'axe longitudinal de la bielle, suivant divers angles compris entre 0° et 90°.

15. Bielle suivant la revendication 14, comprenant deux parties d'extrémité en forme de chape.

16. Bielle suivant la revendication 14, comprenant à une extrémité une chape et à l'autre extrémité une tête aplatie.

17. Bielle suivant la revendication 15 ou 16, caractérisée en ce que la partie courante présente une épaisseur constante et comporte un film de colle entre deux couches de fibres superposées.

18. Bielle suivant l'une quelconque des revendications 15 à 17, caractérisée en ce que la dernière couche de fibres mise en place est constituée de fibres bobinées circonférentiellement

19. Bielle suivant la revendication 18, caractérisée en ce qu'au droit de la partie courante une couche de tissu de verre est interposée entre la dernière couche de fibres et l'avant-dernière.

20. Bielle suivant l'une quelconque des revendications 15 à 19, caractérisée en ce qu'elle comporte, au niveau des parties de fixation et des parties de raccordement, des fibres déposées circonférentiellement en alternance avec les fibres déposées avec une inclinaison sur l'axe de la bielle.

21. Bielle suivant la revendication 20, caractérisée en ce que les parties de raccordement ont une épaisseur de paroi d'épaisseur progressive, cependant que les parties de fixation sont à joue d'épaisseur constante.

22. Bielle suivant l'une quelconque des revendications 14 à 21, caractérisée en ce que les fibres d'une même couche forment un angle

d'inclinaison par rapport à l'axe longitudinal de la bielle qui varie selon des zones de la bielle.

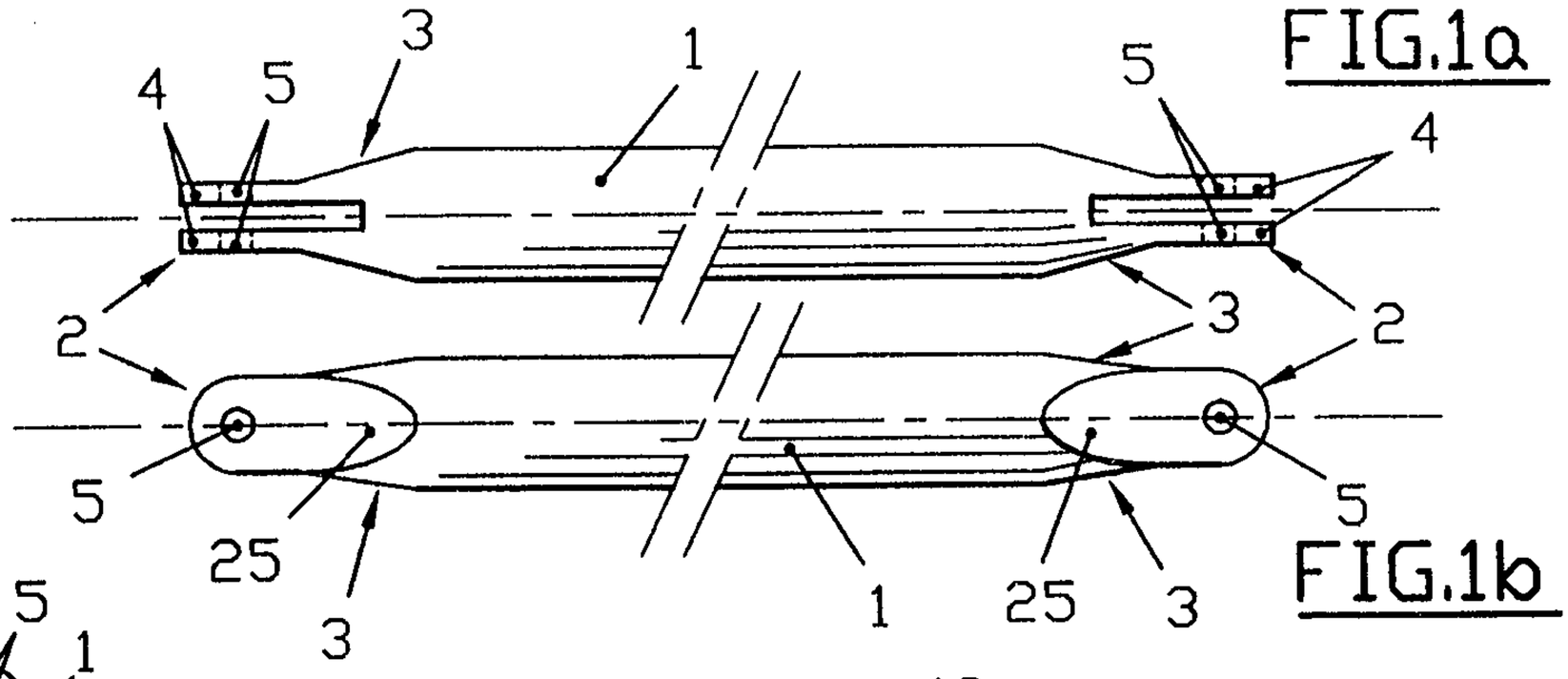


FIG.1a

FIG.1b



FIG.1c

FIG.3

FIG.2a

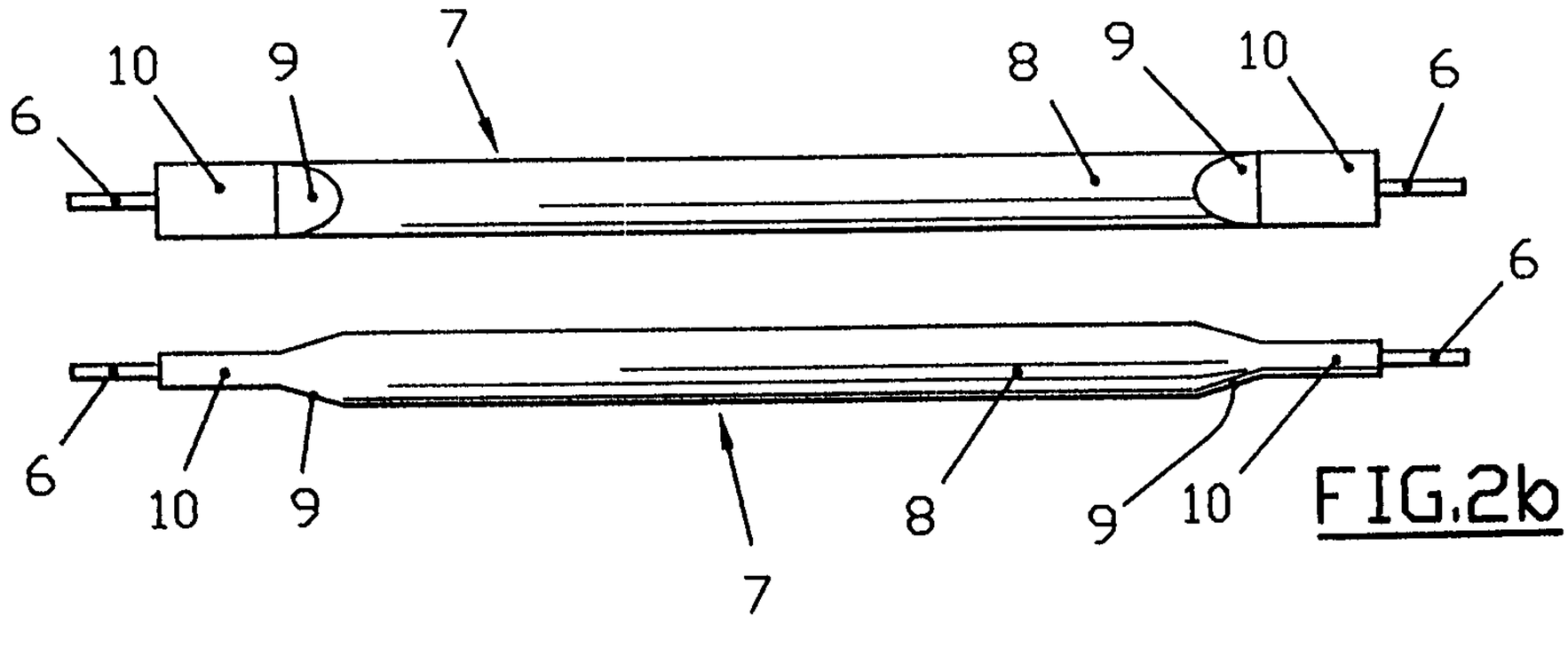


FIG.2b

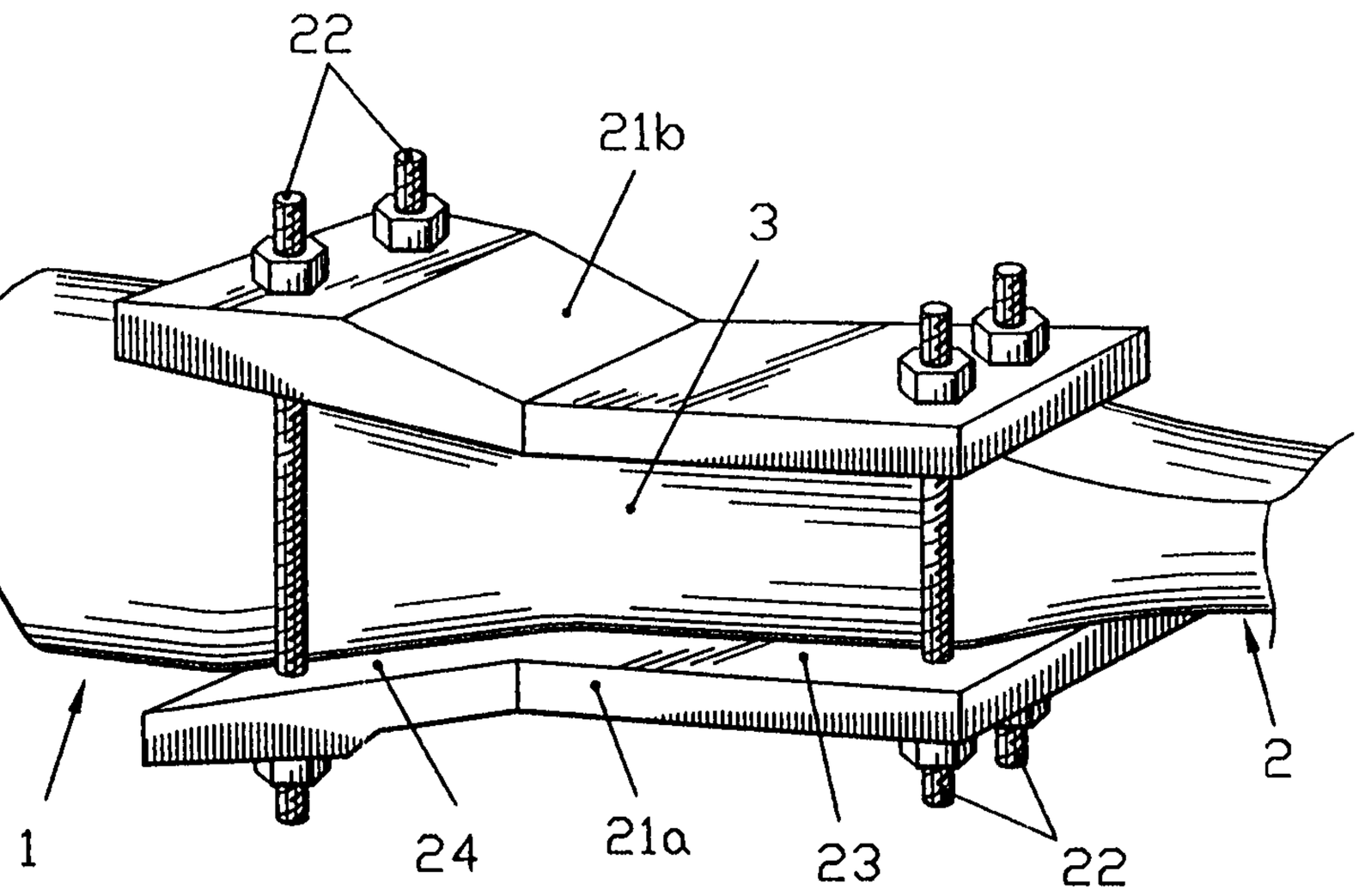


FIG.5

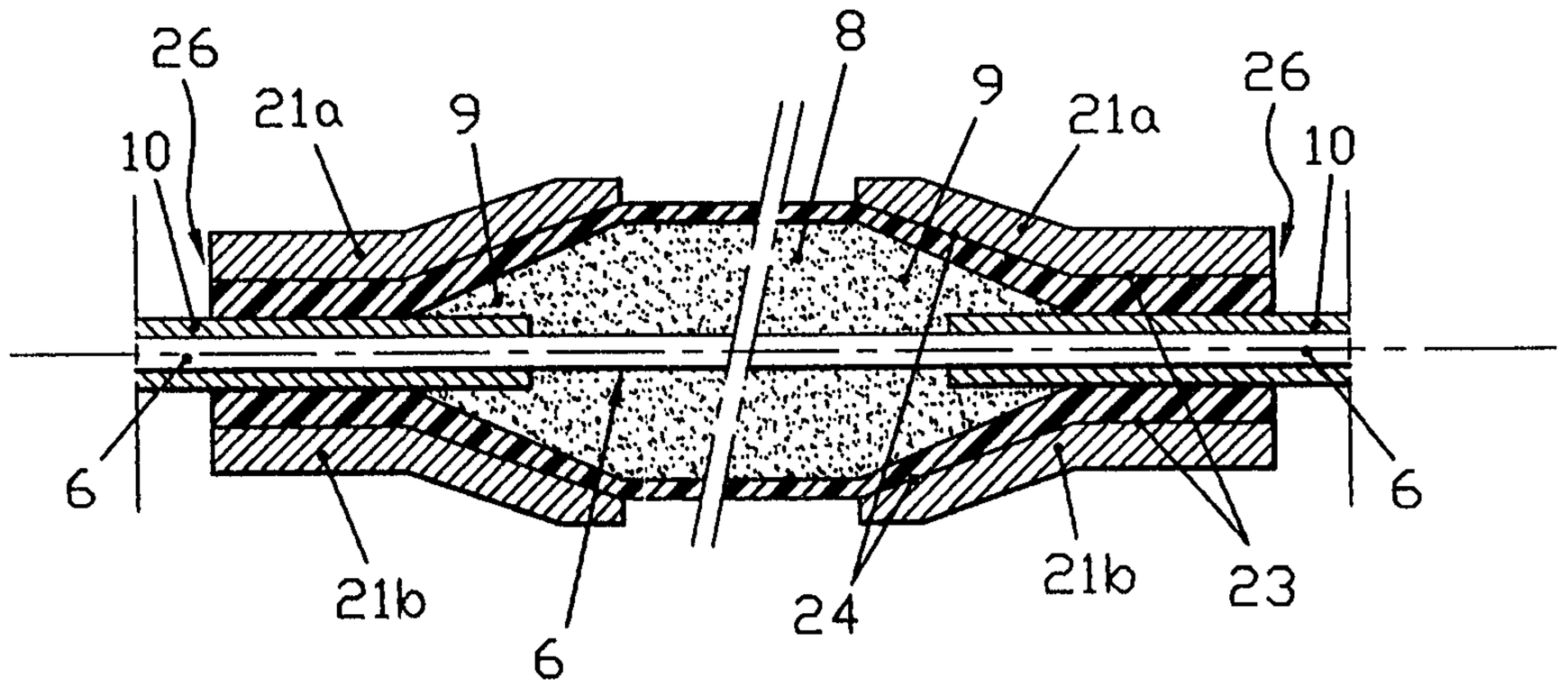


FIG.4

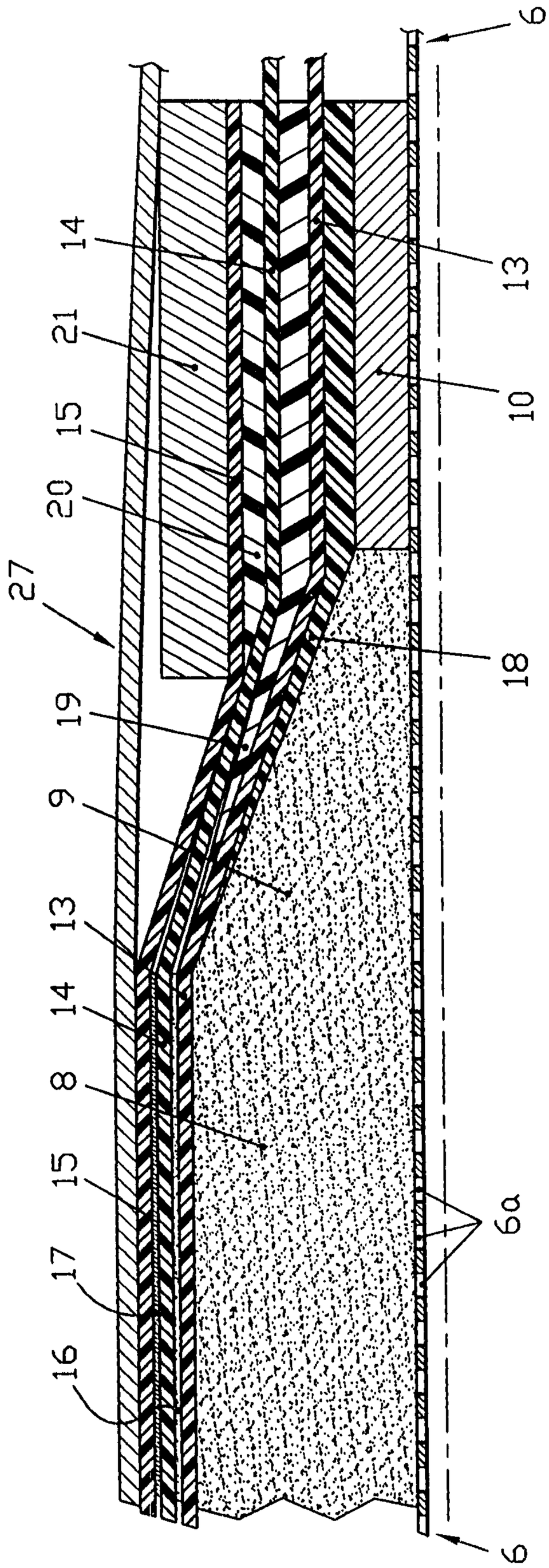


FIG.6

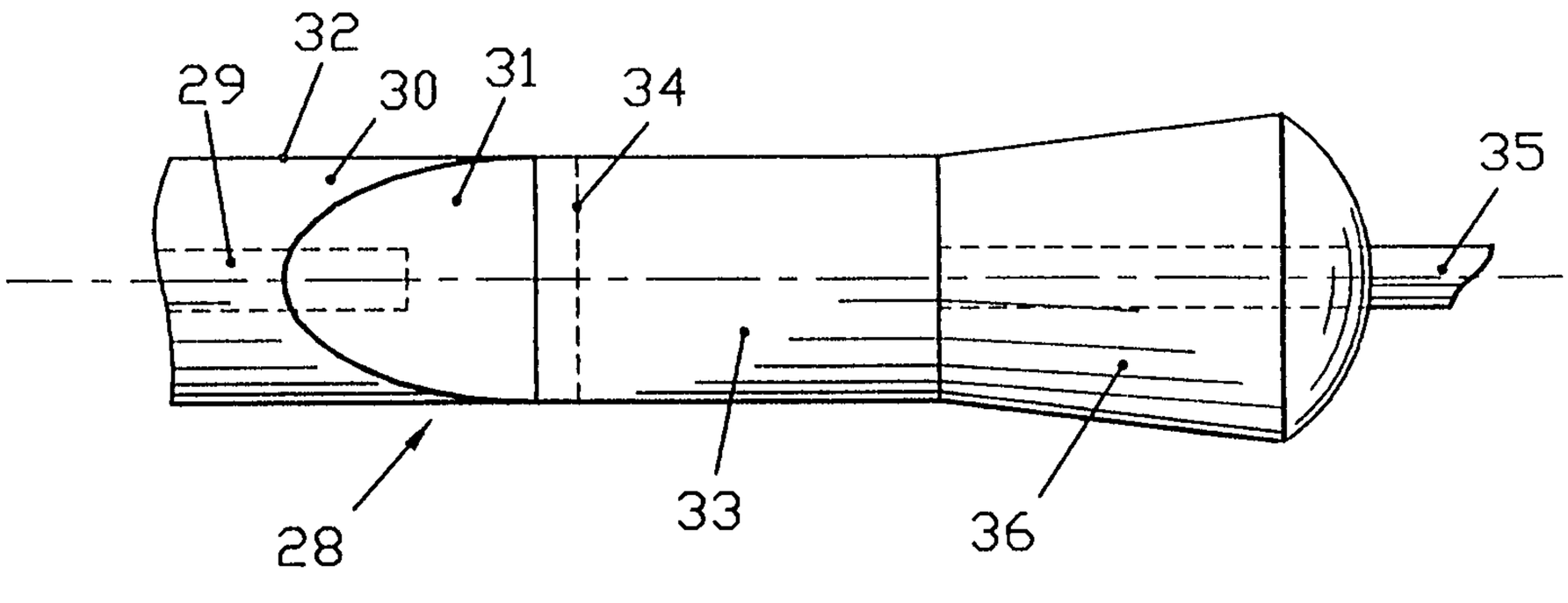


FIG.7

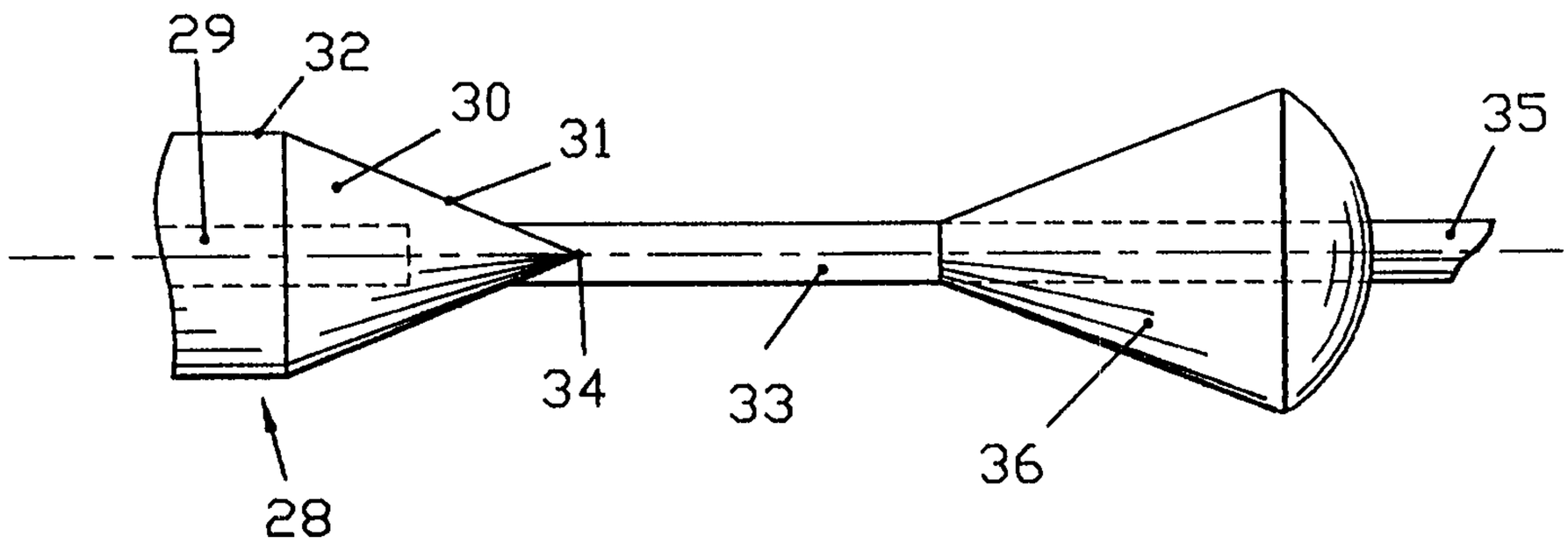


FIG.8

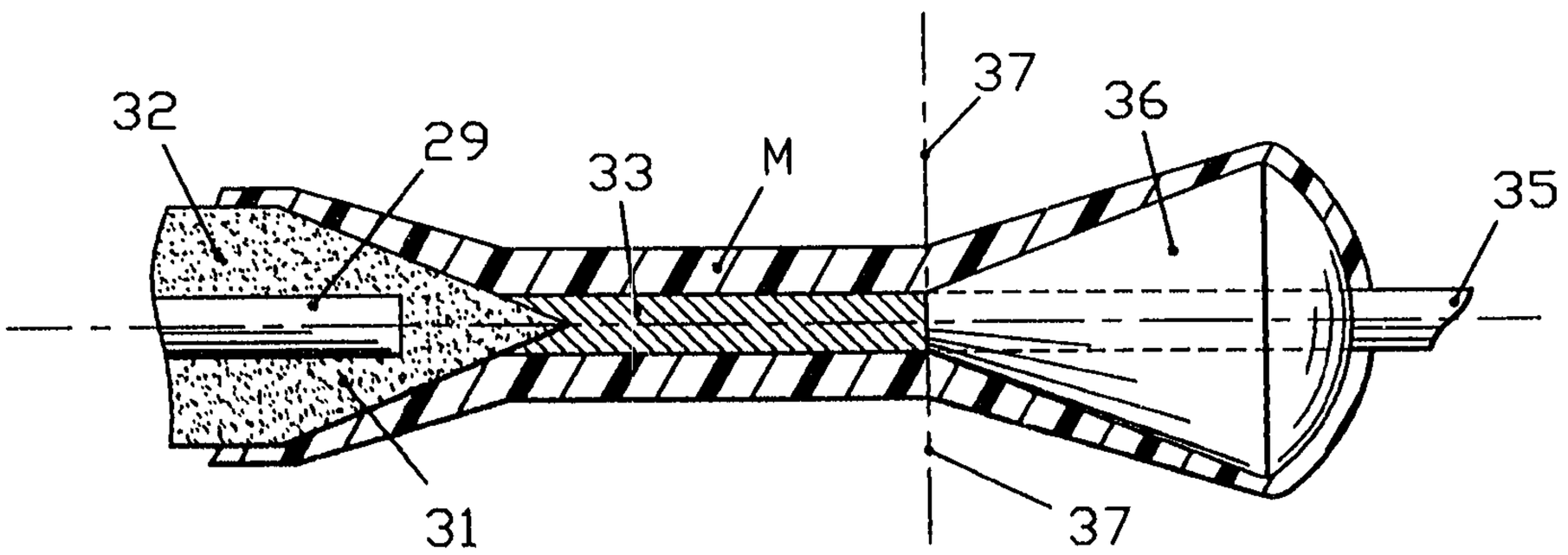


FIG.9

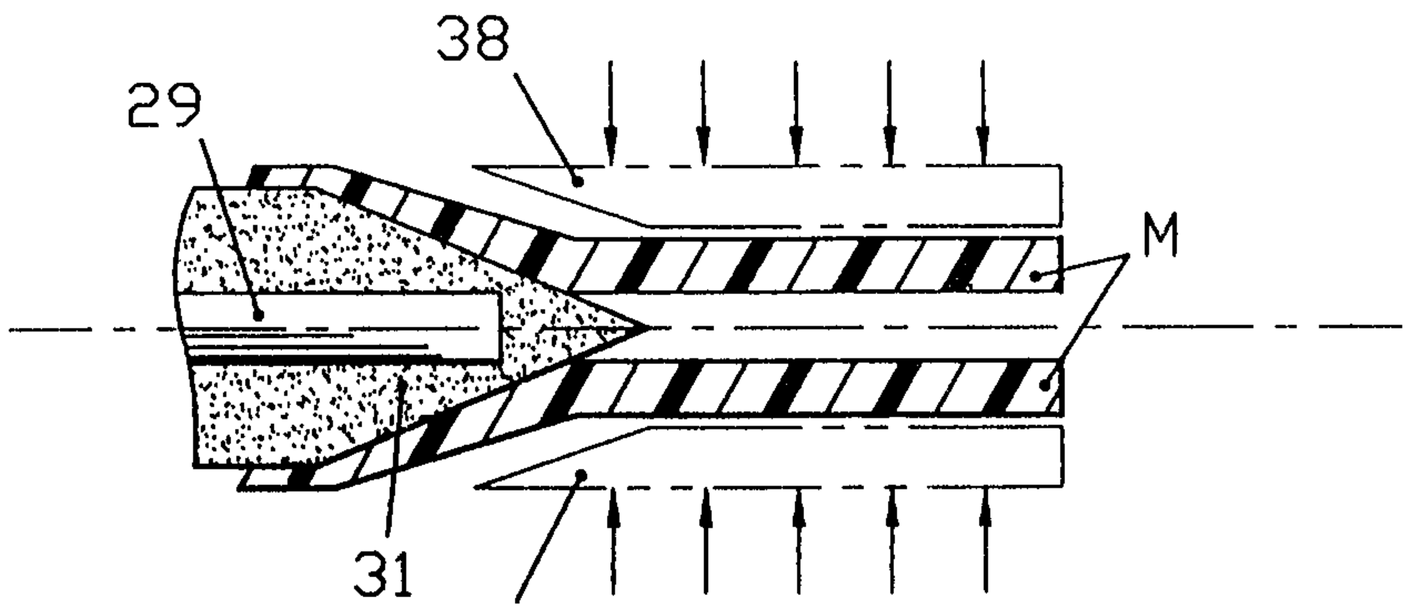


FIG.10

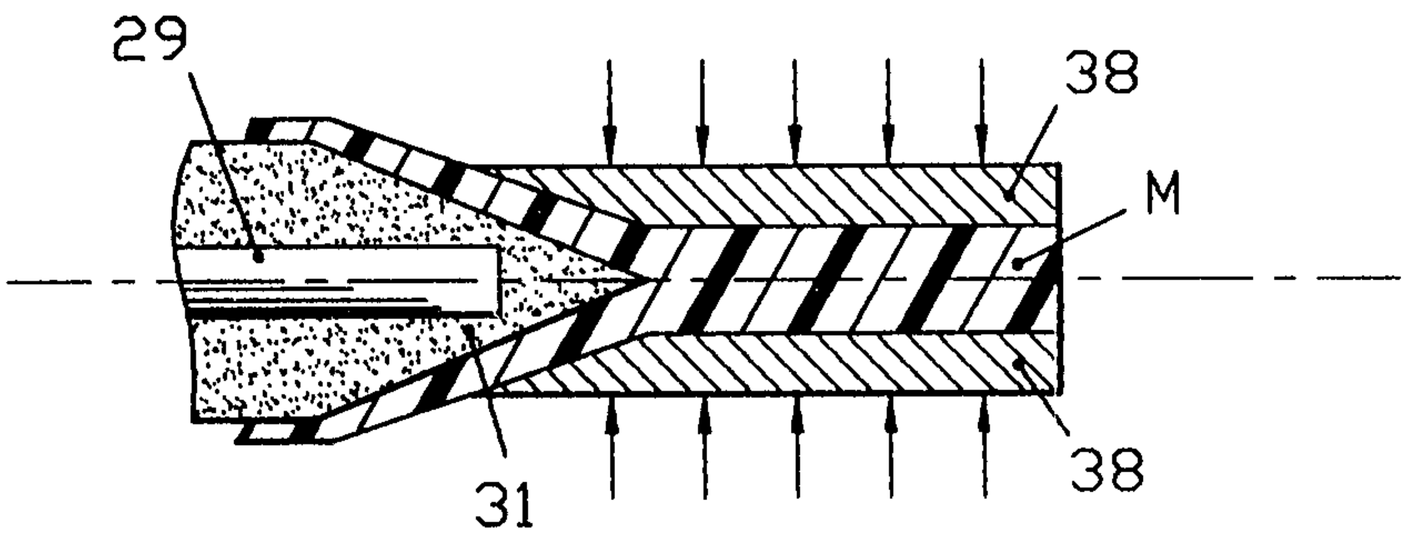


FIG.11

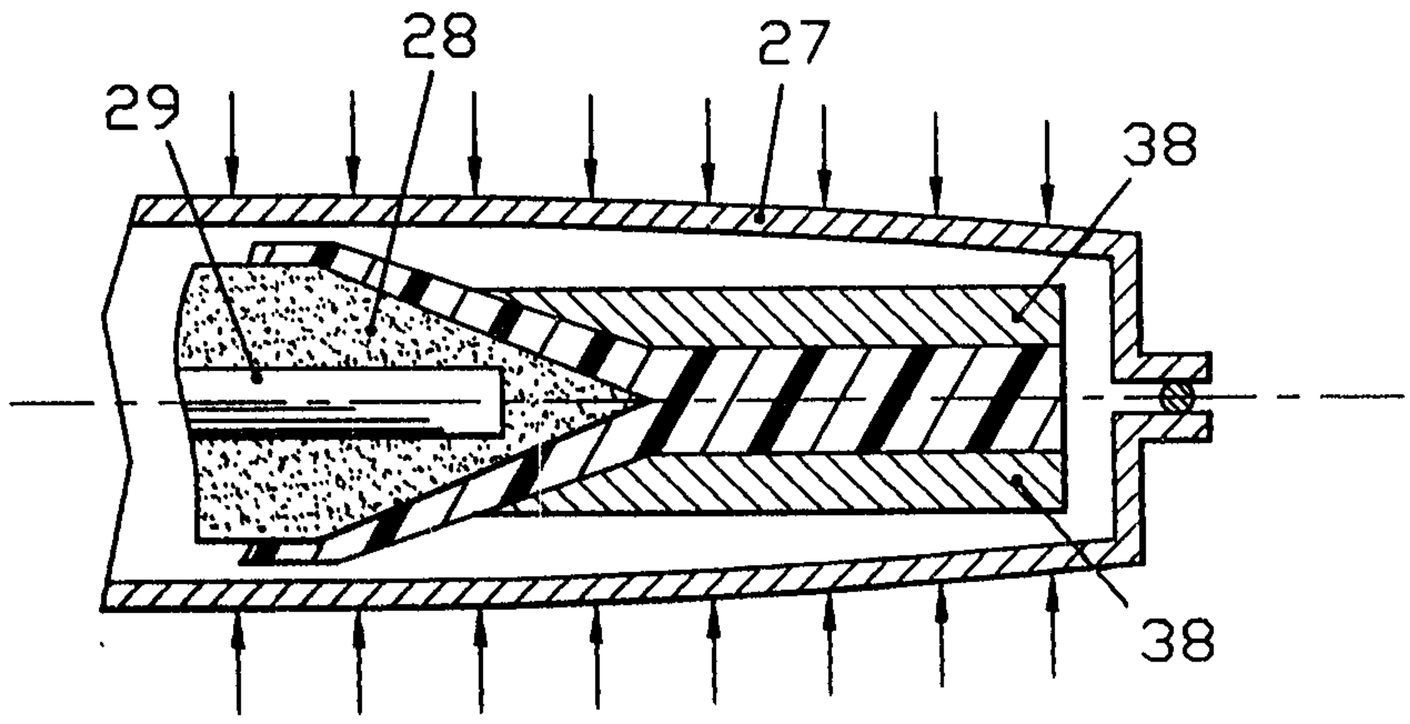


FIG.12

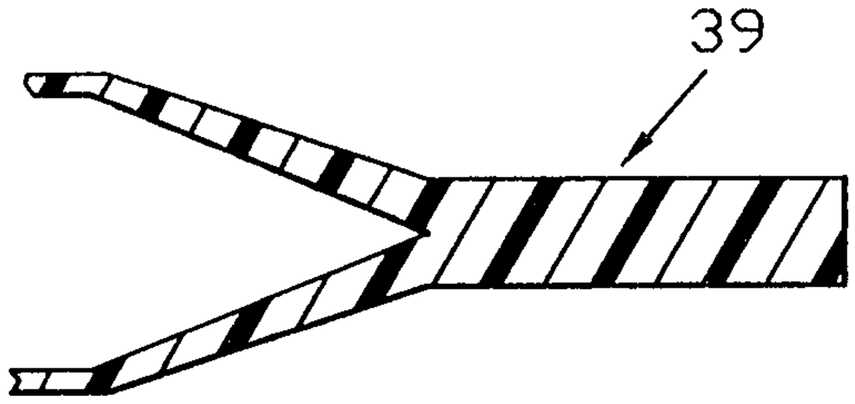


FIG.13

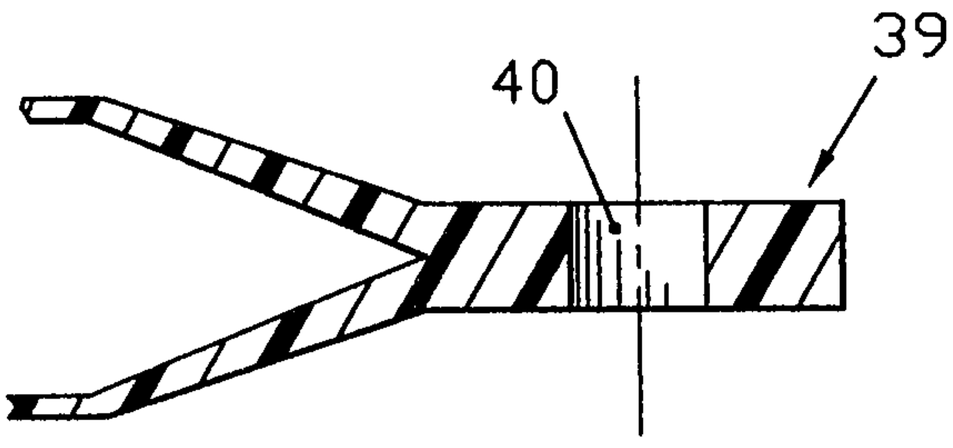
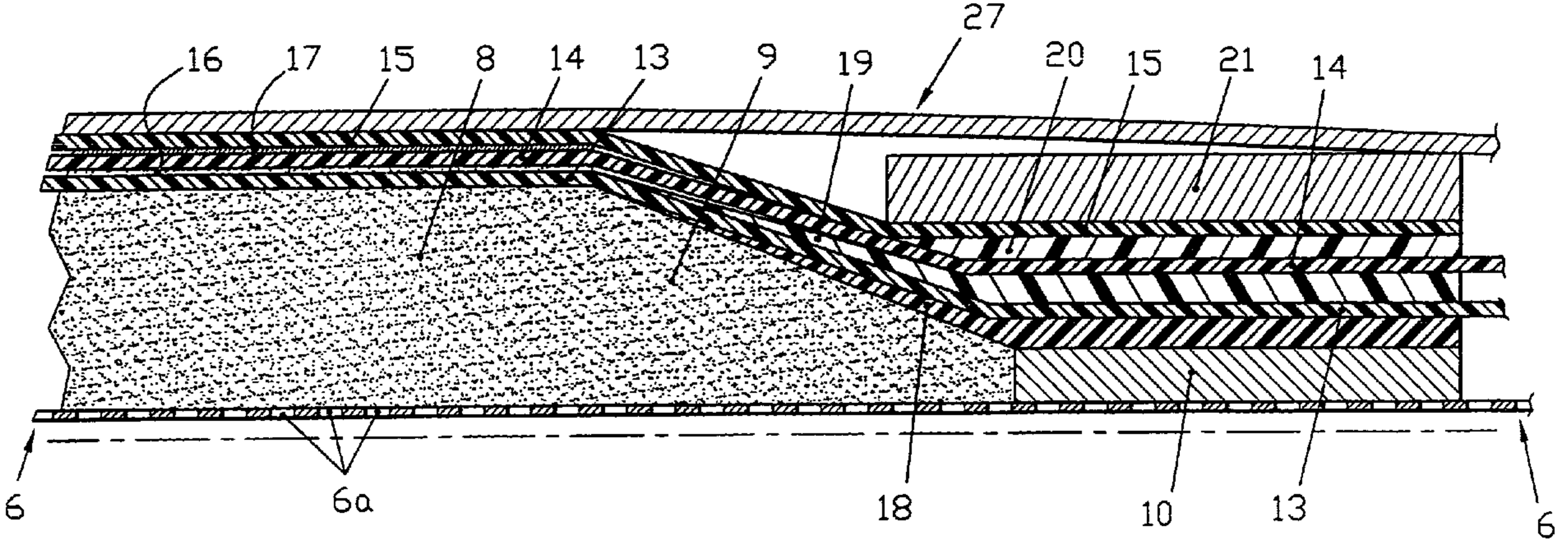


FIG.14


16
17
15
8
14
13
9
19
27
20
15
21
14
6
6a
18
10
13
6