



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: **90402288.6**

(51) Int. Cl.⁵: **B26F 3/00**

(22) Date de dépôt: **13.08.90**

(30) Priorité: **17.08.89 FR 8910989**

(43) Date de publication de la demande:
20.02.91 Bulletin 91/08

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT

(71) Demandeur: **SOCIETE EUROPEENNE DE PROPULSION**
24 rue Salomon de Rothschild
F-92150 Suresnes(FR)

(72) Inventeur: **Vives, Michel**
24 rue des Houx
Le Taillan, F-33320 Eysines(FR)
Inventeur: **Daubigny, Pierre**
64 Bis Avenue Anatole France
Hastignan, F-33160 St Médard-en-Jalles(FR)
Inventeur: **Ruet, Claude**
236 rue Chantegrive
St Jean d'Illac, F-33127 Martignas(FR)

(74) Mandataire: **Levesque, Denys et al**
Cabinet Beau de Loménié 55, rue
d'Amsterdam
F-75008 Paris(FR)

(54) **Procédé et dispositif de découpe au jet d'eau à haute pression de nappes épaisses de matière souple.**

(57) L'invention concerne la découpe de nappes épaisses (2) de matière fibreuse, à l'aide d'un dispositif comprenant une embase (3) à laquelle est fixée une lame (4) portant à son extrémité un gicleur (5), lequel, alimenté en eau sous pression via une canalisation (7, 8), émet un jet d'eau fin et ultra-rapide (6). A chaque passe, une nouvelle épaisseur H est découpée dans la nappe (2), tandis que les flans (12a, 12b) de la partie déjà découpée sont écartés l'un de l'autre par la lame (4); le jet (6), ainsi préservé, conserve sa pleine puissance de découpe.

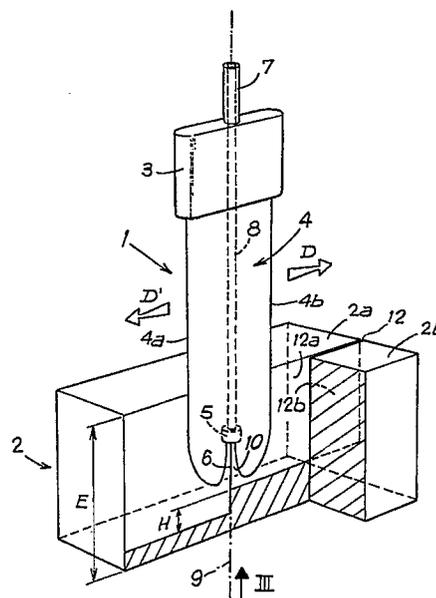


Fig. 1

EP 0 413 630 A1

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE DÉCOUPE AU JET D'EAU À HAUTE PRESSION DE NAPPES ÉPAISSES DE MATIÈRE SOUPLE

L'invention a tout d'abord pour objet un procédé de découpe de nappes épaisses de matière souple, offrant par exemple une texture fibreuse, à l'aide d'un dispositif émettant un jet d'eau à haute pression.

Plusieurs techniques sont connues pour effectuer la découpe de nappes de texture molle, en particulier de nappes fibreuses en vue de l'obtention de préformes pour la fabrication de pièces composites.

Pour les nappes de faible épaisseur (de l'ordre du millimètre), telles que des strates de tissu en fibres de carbone, de carbure de silicium ou de Kevlar, on utilise, suivant les cas, les techniques de découpe à l'emporte-pièce, au laser, au jet d'eau à haute pression ou aux ultrasons, dont l'application ne présente ici aucune difficulté.

Lorsque l'épaisseur des nappes augmente pour atteindre quelques centimètres, des difficultés apparaissent. Le laser provoque un échauffement important avec risque d'oxydation du matériau constitutif de la nappe qu'il s'agit de découper; le jet d'eau à gicleur classique perd son efficacité; quant à la découpe à l'emporte-pièce, elle présente l'inconvénient de déformer par écrasement la nappe par l'effet de la compression qui précède le processus de découpe proprement dit et d'exiger des affûtages réguliers de l'outillage.

Pour découper des nappes de forte épaisseur (supérieure à deux ou trois centimètres), par exemple des feutres de carbone, on a recouru à des scies à ruban ou à fil diamanté.

L'invention a pour but de permettre la découpe au jet d'eau à haute pression de nappes d'épaisseur moyenne ou forte.

Ce but est atteint grâce à un procédé qui consiste à effectuer la découpe en plusieurs passes successives, éventuellement avec abaissement graduel dans l'épaisseur de la nappe du dispositif qui émet le jet d'eau à haute pression, tout en assurant constamment l'isolement du jet par rapport aux flancs de la fente déjà découpée sur une fraction de l'épaisseur totale de la nappe. Cela permet d'éviter la dispersion du jet contre les flancs de la fente, de sorte qu'il conserve toute son énergie pour attaquer une nouvelle couche plus profonde de la nappe épaisse à découper. Ainsi, il n'y a théoriquement plus de limite à l'épaisseur de la nappe qu'il est possible de découper au jet. En pratique, le procédé permet de découper des nappes de texture fibreuse dont l'épaisseur peut atteindre 50 cm et plus dans certains cas.

L'invention a également pour objet un dispositif permettant de mettre en oeuvre le nouveau procé-

dé. Ce dispositif, qui comprend une embase porteuse d'un gicleur alimenté en eau sous pression et émettant un jet d'eau fin et ultra-rapide de découpe, est doté en outre d'une lame profilée spéciale solidaire de l'embase; cette lame s'étend longitudinalement suivant l'axe d'émission du gicleur; son plan moyen contient cet axe et sa conformation est telle que, à partir d'une zone longitudinale épaisse voisine dudit axe, elle va en s'amincissant latéralement d'au moins un côté de l'axe précité jusqu'à une arête aigue parallèle ou sensiblement parallèle audit axe, tandis que, longitudinalement, la lame se termine, à l'opposé de l'embase, par une extrémité amincie.

La lame profilée dont est muni le dispositif selon l'invention, orientée de façon que son plan moyen soit parallèle à la direction du mouvement relatif du dispositif et de la nappe à découper, pénètre dans la fente formée lors de la passe ou des passes précédentes de découpe et en écarte les parois au voisinage du jet, préservant celui-ci de tout contact intempestif susceptible d'affecter son efficacité. La lame a également pour fonction d'écartier les flancs découpés pour ménager le passage du gicleur entre ces flancs, l'écartement étant toutefois aussi réduit que possible pour limiter les frottements dus à la réaction de la texture de la nappe qui a tendance à se refermer.

Il convient de prévoir que, dans la région de l'extrémité de la lame opposée à l'embase, l'arête ou chaque arête précitée s'incurve en se rapprochant de l'axe du gicleur, de sorte que ladite extrémité est en forme de pointe. Cette disposition facilite l'introduction de la lame dans la fente de découpe.

La lame peut être réalisée suivant deux conformations. Dans l'une elle est entièrement située d'un même côté dudit axe et ne comporte qu'une seule arête. Dans l'autre elle possède deux arêtes et va en s'amincissant de part et d'autre de ladite zone épaisse vers chacune de celles-ci. Cette conformation permet un mouvement alterné du dispositif de découpe par rapport à la nappe, tandis que la première est réservée au cas où le sens du mouvement relatif du dispositif est invariable.

La lame peut être faite soit d'une seule pièce, soit de l'assemblage de deux pièces complémentaires disposées respectivement de part et d'autre de l'axe du gicleur.

Quant au gicleur, il peut être monté soit dans la région de l'extrémité de la lame proche de l'embase, la lame, de préférence montée de façon amovible sur l'embase à laquelle est alors fixé le gicleur, comportant un canal longitudinal entourant

à distance l'axe du gicleur et donnant libre passage au jet sur la longueur de la lame, soit dans la région de l'extrémité amincie de la lame, opposée à l'embase, un conduit d'alimentation du gicleur en eau sous pression étant prévu à l'intérieur de la lame. Dans ce dernier cas, on peut prévoir, si besoin est, que ladite extrémité amincie de la lame fasse suite à un renflement dimensionné de façon à loger le gicleur lorsque celui-ci est plus gros que l'épaisseur de la lame. Par ailleurs, la lame peut présenter, à son extrémité amincie éloignée de l'embase, une échancrure de dégagement du jet.

D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, en regard des dessins annexés, d'exemples de réalisation non limitatifs.

La figure 1 représente en perspective un dispositif de découpe selon l'invention équipé d'une lame à double tranchant.

La figure 2 représente une section transversale de la lame du dispositif de la figure 1.

La figure 3 représente une vue suivant la flèche III de la lame du dispositif de la figure 1.

La figure 4 représente une section transversale d'une variante de réalisation de la lame du dispositif de la figure 1.

Les figures 5A et 5B représentent, respectivement en perspective et en coupe longitudinale, l'extrémité de la lame du dispositif de la figure 1 aménagée pour recevoir un gicleur relativement gros.

La figure 6 représente, à la manière de la figure 1, un dispositif selon l'invention dans une variante de réalisation.

La figure 7 représente une vue suivant la flèche VII de la lame du dispositif de la figure 6.

Les figures 8 à 10 représentent en perspective, de façon simplifiée, trois exemples d'utilisation d'un dispositif selon l'invention.

On voit sur la figure 1 un dispositif 1 de découpe à jet d'eau sous pression utilisé pour couper en deux blocs 2a, 2b une nappe épaisse 2 de texture fibreuse. Le dispositif 1 comprend une embase 3 de fixation à un mécanisme susceptible de l'animer d'un mouvement de translation par rapport à la nappe fibreuse 2 suivant une direction D ou D', une lame 4 rapportée sur l'embase 3 ou, comme dans le présent exemple, faite d'une seule pièce avec celle-ci, et un gicleur 5 incorporé à la lame 4, non loin de son extrémité opposée à l'embase 3, et susceptible d'émettre par un étroit ajutage 5a (figure 3) un jet de découpe 6 fin et ultra-rapide d'eau lorsqu'il est alimenté en eau sous pression via un tuyau de raccordement 7 et un conduit 8 pratiqué à travers l'embase 3 et la lame 4. Cette dernière présente dans sa majeure partie une conformation cylindrique aplatie de section en forme de navette (figures 2 et 3) dont l'axe longi-

nal 9 coïncide avec le jet de découpe 6. La lame 4 comporte ainsi une partie médiane relativement épaisse entre deux parties allant en s'amincissant pour se terminer par des arêtes aiguës 4a, 4b situées dans le plan moyen de la lame. Celle-ci se prolonge quelque peu au delà du gicleur 5 par une extrémité en forme de pointe amincie où les deux arêtes 4a, 4b s'incurvent pour se rapprocher de l'axe 9, tandis qu'une échancrure 10 y est ménagée pour permettre au jet 6 de se développer librement à la sortie du gicleur 5.

Le dispositif représenté est conçu pour découper une nappe fibreuse 2 épaisse, dont l'épaisseur E est supérieure à l'épaisseur H que peut découper le jet 6 en une passe, la valeur de cette épaisseur H dépendant des performances de découpe du jet 6 pour la texture particulière de la nappe 2. La découpe de cette dernière s'effectue donc en plusieurs passes successives pratiquées par déplacement en translation du dispositif 1 alternativement dans le sens de la flèche D, puis dans le sens opposé (flèche D'). Après chaque passe de découpe, le dispositif, dont la lame 4 est orientée de façon que son plan moyen soit parallèle à la direction de déplacement D ou D', est abaissé d'une nouvelle quantité H, la lame 4 s'enfonçant, avec le gicleur 5, dans la fente 12 précédemment découpée dans la nappe 2. Les flancs 12a, 12b de cette fente, qui auraient naturellement tendance à se refermer l'un contre l'autre en perturbant gravement le jet 6, sont ainsi maintenus écartés par la lame 4 dans la région de ce dernier.

Dans l'exemple des figures 1 à 3, la lame 4 est une pièce monobloc dans laquelle a été foré le conduit 8 pour l'alimentation du gicleur 5. En variante, la lame 4 peut être réalisée en deux pièces symétriques 4', 4'' (figure 4), comportant chacune l'une des deux arêtes 4a, 4b, qui sont assemblées suivant un plan de joint 14 passant par l'axe 9 du gicleur. Dans ce cas, il convient de prévoir, pour l'alimentation de ce dernier, un tube 18 logé dans un évidement longitudinal creusé dans l'une et l'autre pièces 4', 4'' constituant la lame 4. Ces pièces peuvent être réalisées en céramique frittée ou en composite céramique.

Lorsque le diamètre du gicleur 5 est supérieur à l'épaisseur e de la partie la plus épaisse de la lame 4 (figures 5A et 5B), on peut donner à l'extrémité de la lame 4 une forme faisant apparaître un renflement 11 d'épaisseur e' légèrement supérieure audit diamètre, qui constitue un carénage susceptible de loger le gicleur 5, fixé par exemple par vissage. Il convient en pratique que l'épaisseur e de la lame 4 soit au plus égale à 3 mm, et que l'épaisseur e' du renflement 11 ne dépasse pas 6 mm.

Une variante de réalisation est représentée à la figure 6, qui montre un dispositif de découpe équi-

pé non plus d'une lame 4 à double tranchant, mais d'une lame 4' réduite à l'une des deux pièces constitutives d'une lame conforme à la figure 4. Cette lame 4', entièrement située d'un même côté du jet de découpe 6, convient lorsque le sens de déplacement du dispositif par rapport à la nappe 2, indiqué par la flèche D, est toujours le même, l'arête 4a se trouvant constamment en amont du jet de découpe 6. En outre, la lame 4' est démontable.

Par ailleurs, le gicleur 5 du dispositif de la figure 6 est placé non pas au voisinage de l'extrémité de la lame opposée à l'embase 3, mais en un endroit proche de cette dernière. Plus précisément, le gicleur 5 est fixé sur l'embase 3, prenant place dans une encoche 13 ménagée à l'extrémité de la lame 4' par où elle est elle-même fixée à l'embase 3. Ici, le gicleur 5 ne pénètre pas dans la nappe 2, et le jet 6 que celui-ci émet doit parcourir toute la longueur de la lame 4'; il effectue ce parcours dans un canal 15 en forme de gouttière, creusé dans la lame 4', qui le préserve de toute venue en contact avec les flancs 12a, 12b de la fente de découpe 12 dans laquelle plonge la lame 4'. Ici également, une échancrure 10 est ménagée à l'extrémité de la lame par où émerge le jet 6.

En pratique, on utilise le dispositif de la figure 6 en faisant une première passe de découpe, la lame 4' ayant été ôtée; puis, après avoir remonté sur l'embase 3 la lame, son extrémité plongeant dans la découpe réalisée lors de cette première passe, on effectue une deuxième passe sans abaisser le dispositif, de façon à découper la nappe sur une épaisseur supplémentaire.

La disposition du gicleur 5 au voisinage de l'embase 3 présente l'avantage de s'accommoder d'un gicleur de modèle courant du commerce. Toutefois, elle nécessite l'adjonction d'un polymère dans l'eau d'alimentation du gicleur afin d'éviter la dispersion du jet. De plus, elle conduit à des performances de découpe en profondeur moins élevées que celle de la première version (figure 1).

Les figures 8 à 10 montrent des exemples d'application de dispositifs de découpe tels que décrits ci-dessus. La figure 8 illustre la découpe d'une tranche 2a dans une nappe 2 fixe d'épaisseur E importante à l'aide d'un dispositif 1 à mouvement alternatif, équipé d'une lame 4 à double arête 4a, 4b.

La figure 9 illustre la découpe de rondelles dans une nappe cylindrique épaisse 2 animée d'un mouvement de rotation, autour de son axe 16, le dispositif 1 restant fixe. Ici un dispositif à lame simplifiée conforme à la figure 6 peut être utilisé. Une batterie de plusieurs dispositifs 1 (par exemple une dizaine) peut être prévue, répartis le long de l'axe 16 de la nappe cylindrique 2, pour découper simultanément plusieurs rondelles dans celle-ci.

La figure 10 montre comment peut être décou-

pée dans une nappe épaisse 2 plane, animée d'un mouvement de rotation, une pièce de révolution 22 d'axe 17, limitée extérieurement par une surface en forme de cylindre droit et intérieurement par une surface tronconique.

Revendications

1. Procédé de découpe de nappes épaisses de matière souple, offrant par exemple une texture fibreuse, à l'aide d'un dispositif émettant un jet d'eau à haute pression, caractérisé par le fait qu'il consiste à effectuer la découpe en plusieurs passes successives tout en assurant constamment l'isolement du jet par rapport aux flancs de la fente déjà découpée sur une fraction de l'épaisseur totale de la nappe.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que, après chacune des passes successives, on abaisse graduellement le dispositif de découpe dans l'épaisseur de la nappe.
3. Dispositif de découpe au jet d'eau à haute pression pour nappes épaisses de texture souple, comprenant une embase porteuse d'un gicleur qui, alimenté en eau sous pression, émet un jet d'eau fin et ultra-rapide de découpe, caractérisé par le fait que l'embase (3) porte en outre une lame profilée (4; 4') s'étendant longitudinalement suivant l'axe (9) d'émission du gicleur (5), dont le plan moyen contient cet axe et qui, à partir d'une zone longitudinale épaisse voisine dudit axe (9), va en s'amincissant latéralement d'au moins un côté de l'axe précité jusqu'à une arête aigue (4a, 4b) parallèle ou sensiblement parallèle audit axe (9), tandis que, longitudinalement, la lame se termine, à l'opposé de l'embase (3), par une extrémité amincie.
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que, dans la région de l'extrémité de la lame (4; 4') opposée à l'embase (3), l'arête ou chaque arête (4a, 4b) précitée s'incurve en se rapprochant de l'axe (9) du gicleur, de sorte que ladite extrémité est en forme de pointe.
5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé par le fait que la lame (4') est entièrement située d'un même côté dudit axe (9) et ne comporte qu'une seule arête (4a).
6. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé par le fait que la lame (4) possède deux arêtes (4a, 4b) et va en s'amincissant de part et d'autre de ladite zone épaisse vers chacune de celles-ci.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé par le fait que la lame (4; 4') est faite d'une seule pièce.
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3, 4 et 6, caractérisé par le fait que la lame (4) est faite de l'assemblage de deux pièces com-

plémentaires (4', 4'') disposées respectivement de part et d'autre de l'axe (9) du gicleur.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 8, caractérisé par le fait que le gicleur (5) est monté dans la région de l'extrémité de la lame (4') proche de l'embase (3) et que la lame comporte un canal longitudinal (15) entourant à distance l'axe (9) du gicleur et donnant libre passage au jet (6) sur la longueur de la lame.

5

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé par le fait que le gicleur (5) est fixé à l'embase (3) et que la lame (4) est montée sur cette dernière de façon amovible.

10

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 8, caractérisé par le fait que le gicleur (5) est monté dans la région de l'extrémité amincie de la lame (4), opposée à l'embase (3), un conduit (8) d'alimentation du gicleur en eau sous pression étant prévu à l'intérieur de la lame.

15

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé par le fait que ladite extrémité amincie de la lame (4) fait suite à un renflement (11) dimensionné de façon à loger le gicleur (5).

20

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 12, caractérisé par le fait que la lame (4; 4') présente, à son extrémité amincie éloignée de l'embase, une échancrure (10) de dégagement du jet (6).

25

30

35

40

45

50

55

5

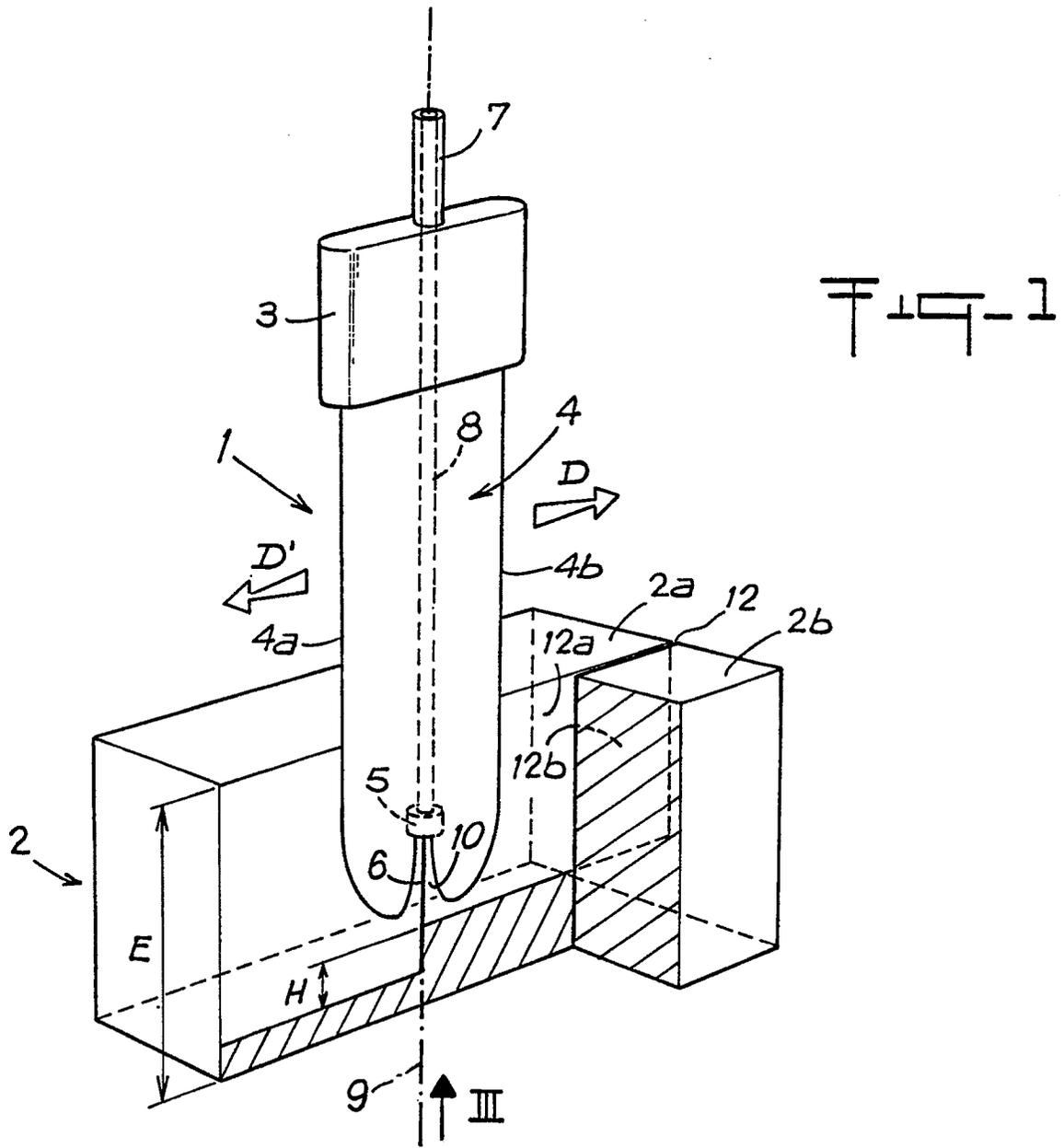


Fig. 1

Fig. 2

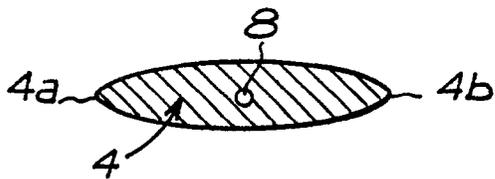


Fig. 3

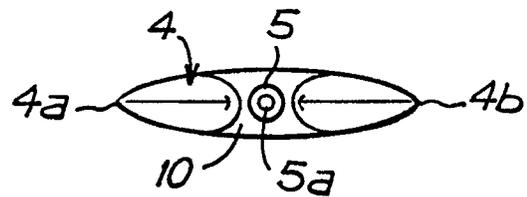


Fig. 4

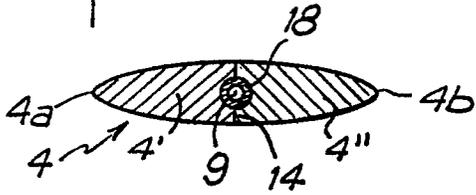


Fig. 5A

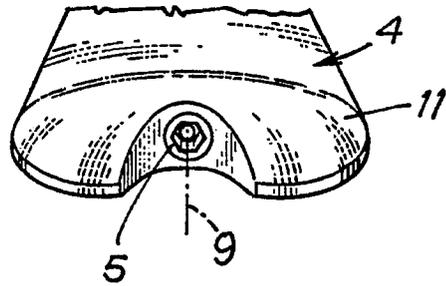


Fig. 5B

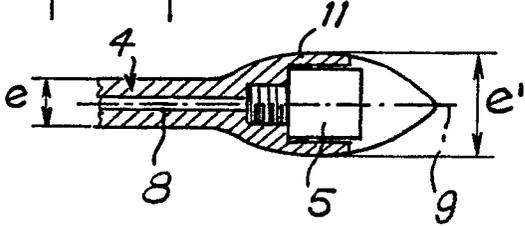


Fig. 6

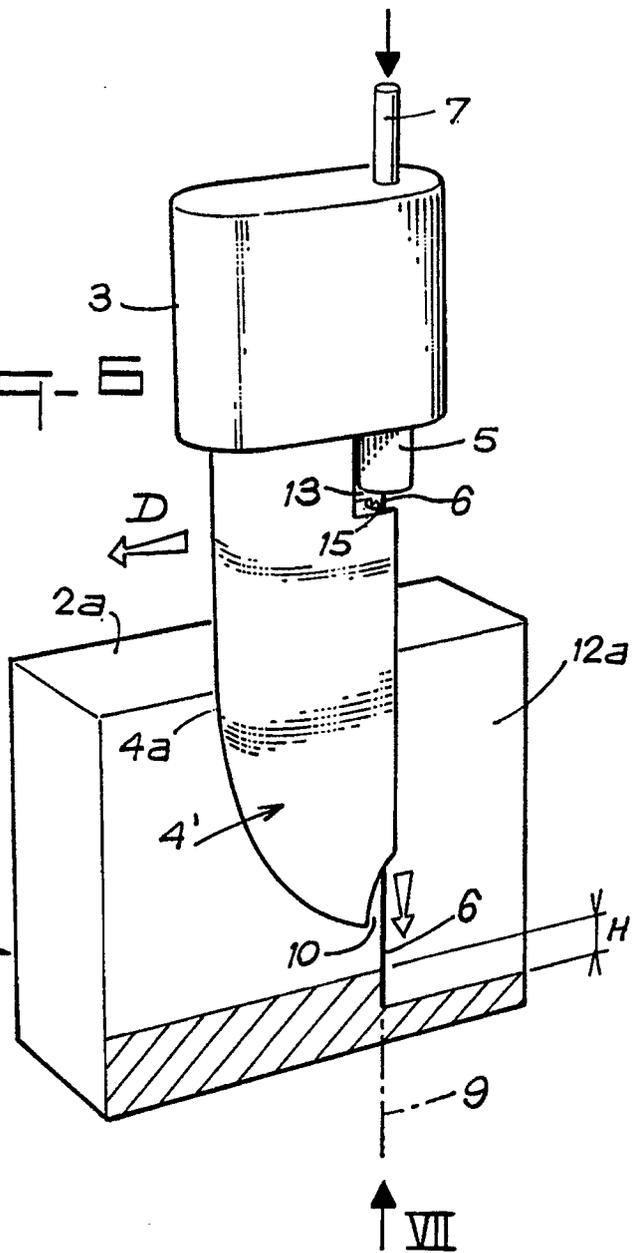
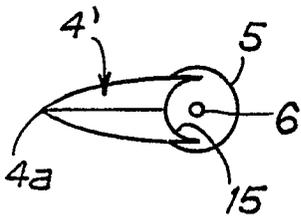
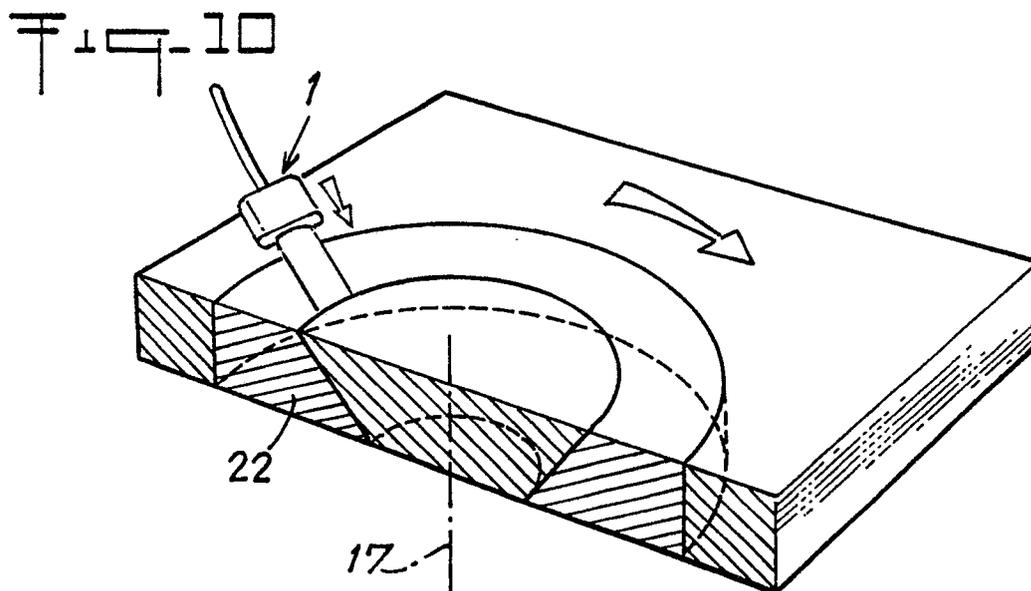
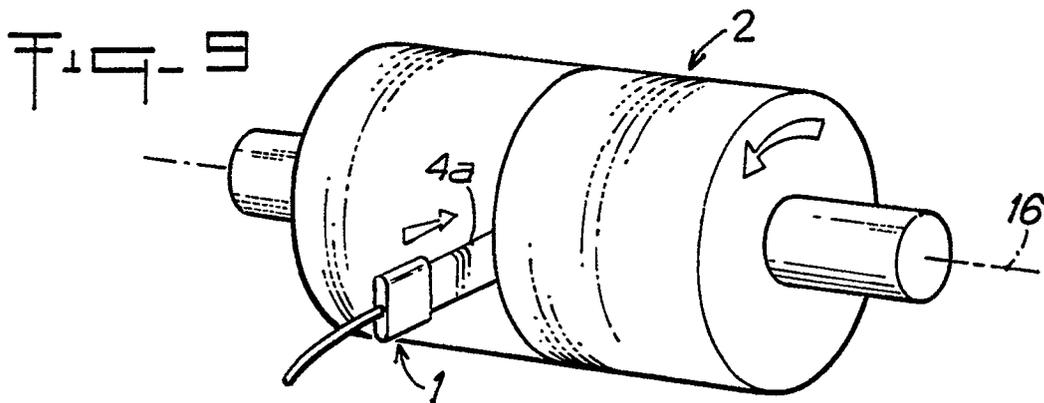
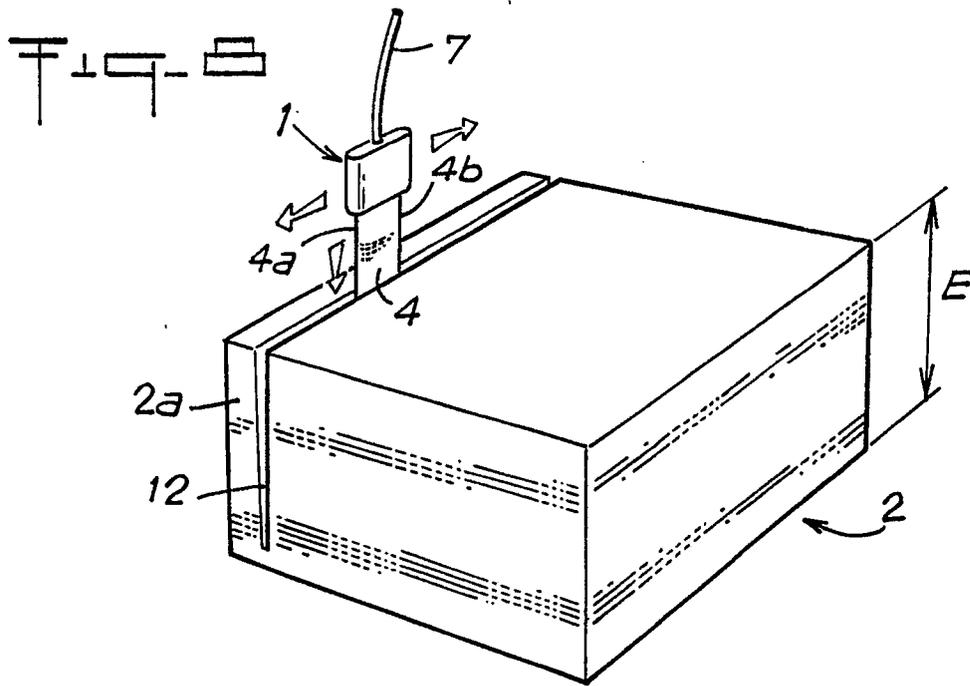


Fig. 7







DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	GB-A-2 180 142 (TSANN-DAO WANG) * Page 1, lignes 109-117; page 2, lignes 30-41; figures 1-3,5 *	1-3,6,7	B 26 F 3/00

A	GB-A-2 027 776 (GUTEHOFFNUNGSHÜTTE) * Page 2, lignes 70-80; page 3, lignes 28-36 *	1-3,7,10	

A	FR-A-1 443 632 (BRITISH NYLON SPINNERS) * Page 1, dernière alinéa; page 2, lignes 51-54 *	2	

A	US-A-4 226 005 (MEYERS) -----		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) B 26 F B 26 D A 61 F B 28 B B 24 C B 27 G
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 02 novembre 90	Examineur HUGGINS J.D.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention		E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant	