



⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑬ Numéro de dépôt : **93400846.7**

⑮ Int. Cl.⁵ : **E02D 3/12, E02D 19/16**

⑯ Date de dépôt : **01.04.93**

⑭ Priorité : **06.04.92 FR 9204178**

⑭ Inventeur : **Morey, Jacques
20 rue Campio-Formio
F-75013 Paris (FR)**
Inventeur : **Dupeuble, Paul
14 Orée de Marly
F-78590 Noisy Le Roi (FR)**

⑮ Date de publication de la demande :
13.10.93 Bulletin 93/41

⑭ Mandataire : **Colas, Jean-Pierre et al
Cabinet de Boisse 37, avenue Franklin D.
Roosevelt
F-75008 Paris (FR)**

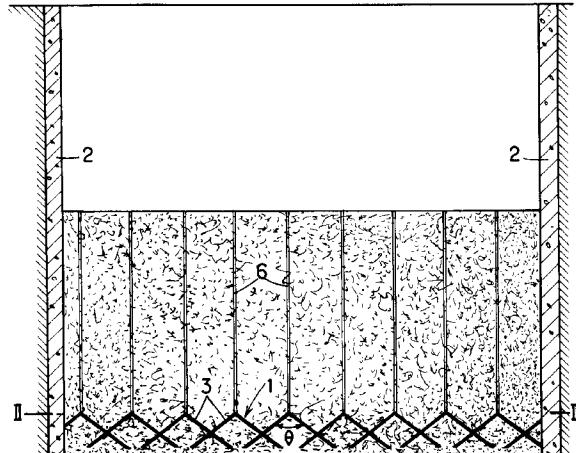
⑯ Etats contractants désignés :
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

⑰ Demandeur : **SONDAGES INJECTIONS
FORAGES "S.I.F." ENTREPRISE BACHY
Les Colonnades -Bat B, 4 rue Sainte-Claire
Deville
F-92563 Rueil-Malmaison Cedex (FR)**

⑲ Procédé de réalisation d'écrans d'étanchéité souterrains, et écrans ainsi produits.

⑳ L'invention concerne un écran d'étanchéité souterrain, s'étendant en direction générale horizontale, comprenant au moins une strate constituée d'une pluralité d'éléments unitaires solides (3) se recoupant, formés d'un mortier ou béton de sol (8) ou d'un coulis durci, lesdits éléments unitaires (3) ayant la forme d'un cône à axe sensiblement vertical et dont l'angle au sommet θ est compris entre 60 et 170° inclusivement.

Application dans le domaine des travaux de génie civil, par exemple pour la réalisation de radiers.



La réalisation d'écrans d'étanchéité d'extension voisine de l'horizontale dans la masse d'un terrain perméable peut être obtenue par deux grands types de techniques, les techniques d'injection et les techniques de jet rotatif.

L'objectif dans les deux cas est le même. Il s'agit de remplir le plus parfaitement possible les vides existant entre les grains constitutifs du terrain considéré de façon à en diminuer la porosité et, par suite, assurer l'étanchéité. Ceci est obtenu par l'introduction dans le terrain d'un matériau exogène donnant lieu à un phénomène de prise.

Dans le cas de la technique d'injection, le matériau d'étanchement est introduit sous pression dans le terrain considéré, sous forme liquide appelée coulis (suspension ou liquide vrai) à partir de forages, de façon à pénétrer la porosité existante du terrain jusqu'à imprégner ce dernier de la façon la plus complète possible. Dans cette technique, la structure existante du terrain est pratiquement conservée.

Dans le cas de la technique de jet, le matériau exogène ou coulis est introduit dans le terrain considéré également à partir de forages mais sous la forme d'un jet orienté horizontalement à grande vitesse qui, sur sa trajectoire, déstructure le terrain en place, et, selon la nature dudit terrain, soit se mélange avec les éléments constitutifs de ce dernier et conduit, après prise, à la formation d'un mortier ou béton de sol (cas, par exemple, des terrains graveleux ou sableux), soit remplace purement et simplement le terrain et conduit, après prise, à la formation d'un coulis durci (cas, par exemple, des terrains argileux). Le jet, en fonction du débit, de la pression motrice et des caractéristiques du terrain, a un certain rayon d'action. Si l'outil assurant la formation du jet est mis en rotation-translation lente à l'intérieur du forage, on obtient un volume plus ou moins cylindrique de terrain traité ayant pour rayon le rayon d'action du jet dans les conditions considérées, et une hauteur correspondant à l'amplitude du mouvement de translation.

On comprend aisément qu'il est ainsi possible de réaliser, par cette technique de jet, des écrans d'étanchéité d'extension voisine de l'horizontale par la juxtaposition d'une pluralité d'éléments cylindriques (ou colonnes) de terrain ainsi traité sur une certaine hauteur, réalisés à partir d'un maillage de forages parallèles sensiblement verticaux de densité telle que les éléments ou colonnes se recoupent de façon à constituer un massif continu.

Cette continuité, impérative puisque l'on vise à réaliser un ouvrage étanche, exige une parfaite maîtrise de tous les paramètres de construction et, en particulier, du rayon d'action du jet, de la précision d'implantation des forages et de leur précision spatiale d'exécution (cote du traitement, impacts des forages au niveau du traitement).

Cette maîtrise est difficile à assurer, d'une part, en raison de la variabilité du rayon d'action du jet en

fonction des terrains rencontrés, mais surtout, d'autre part, en raison de l'imprécision inhérente à la réalisation des forages de traitement, imprécision d'autant plus importante que la profondeur de l'écran est plus grande.

Tout cela conduit à prévoir une densité de points de traitement et une hauteur de traitement (au moins de l'ordre du mètre) beaucoup plus grandes qu'il ne serait théoriquement nécessaire.

5 L'invention vise à fournir notamment un procédé de réalisation, par une technique du jet rotatif, d'écrans d'étanchéité souterrains d'extension générale voisine de l'horizontale qui permet de s'affranchir des difficultés évoquées plus haut et de leurs répercussions sur la conception, la sécurité et le coût de l'opération.

10 Plus précisément, l'invention concerne un procédé de réalisation d'un écran d'étanchéité souterrain s'étendant en direction générale horizontale, par formation, par la technique du jet rotatif, d'une pluralité d'éléments unitaires solides se recoupant sans discontinuité entre eux, constitués d'un mortier ou béton de sol ou d'un coulis durci de nature minérale, ledit procédé mettant en oeuvre pour la formation desdits éléments, au moins un jet formant avec l'horizontale un angle α compris entre 5 et 60° inclusivement.

15 20 25 30 35 L'invention concerne également un écran d'étanchéité souterrain, s'étendant en direction générale horizontale, comprenant au moins une strate constituée d'une pluralité d'éléments unitaires solides se recoupant sans discontinuité entre eux, formés d'un mortier ou béton de sol ou d'un coulis durci de nature minérale, lesdits éléments unitaires ayant la forme d'un cône à axe sensiblement vertical et dont l'angle au sommet θ est compris entre 60 et 170° inclusivement, de préférence entre 100 et 160°.

40 Pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention, on peut utiliser un dispositif à jet comprenant un train de tubes alimenté en coulis sous pression élevée, destiné à être introduit dans un forage et comportant à sa partie inférieure au moins une buse d'éjection, ladite buse formant avec le train de tubes un angle β compris entre 30 et 85° inclusivement, de préférence entre 50 et 80° inclusivement.

45 50 L'emploi d'au moins un jet incliné par rapport à l'horizontale conduit à la formation d'un élément unitaire de forme conique, ressemblant à un chapeau chinois. Selon les conditions opératoires et le terrain rencontrés, chaque cône élémentaire peut avoir, à sa base, un diamètre de 0,5 m à plusieurs mètres.

55 Du fait de la conicité des éléments unitaires, un élément unitaire se recoupera, sans discontinuité, avec les éléments unitaires adjacents même s'il se produit un certain décalage de niveau au cours de l'exécution de ces éléments. En d'autres termes, le procédé de l'invention permet une plus grande tolérance dans la précision des forages à exécuter.

En outre, du fait qu'il assure une plus grande ga-

rantie de continuité, le procédé de l'invention permet de réduire considérablement l'épaisseur de l'écran d'étanchéité. Alors que la technique antérieure exigeait de réaliser des éléments unitaires d'une épaisseur de 1 mètre ou plus pour garantir la continuité et donc l'étanchéité de l'écran, le présent procédé permet de se contenter d'une épaisseur de l'ordre de 5 à 100 cm, de préférence de 5 à 40 cm, pour les cônes élémentaires, d'où des économies de temps, de matériau et de coût qui peuvent être importantes.

Les jets utilisés pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention peuvent être de tous types connus, c'est-à-dire être constitués d'un simple jet de coulis de nature minérale, ou d'un jet de coulis entouré d'un jet d'air annulaire pour en accroître le rayon d'action, ou d'une association d'un jet d'eau entouré d'un jet d'air annulaire assurant la déstructuration du terrain et d'un jet de coulis distinct, habituellement prévu à un niveau inférieur à celui du jet d'eau.

A titre indicatif, on peut utiliser un dispositif à jet comprenant une centrale de production d'un coulis de ciment alimentant en coulis une ou plusieurs pompes reliées, par l'intermédiaire d'un joint tournant, à un train de tubes introduit dans le forage vertical où doit se faire le traitement par jet. Le train de tubes peut être entraîné en translation et rotation grâce à une tête rotative hydraulique enserrant l'extrémité supérieure du train de tubes, qui est elle-même montée sur une glissière de forage. La ou les pompes délivrent le fluide déstructurant (coulis ou eau) à des pressions de l'ordre de 200 à 700 bars ou plus.

Le train de tubes est formé de tronçons tubulaires unitaires raccordables munis de joints d'étanchéité appropriés et chaque tronçon peut être formé d'un simple tube (jet simple) ou de plusieurs tubes coaxiaux (jet double ou triple). Les liquides (coulis, eau) sont éjectés par une ou des buse(s) d'un diamètre de 2 à 4 mm environ. Les tronçons de train de tubes peuvent avoir un diamètre de 50 à 200 mm environ.

On peut avoir recours à un dispositif produisant un seul jet, ou deux ou plusieurs jets. Dans le cas d'un jet unique, on peut réaliser un élément unitaire conique simplement en faisant tourner le train de tubes introduit dans le forage préalablement pratiqué tout en le maintenant à une cote donnée. On peut aussi réaliser un premier élément unitaire conique comme décrit ci-dessus, puis en réaliser un ou plusieurs autres, superposés au précédent, simplement en remontant le train de tubes dans le forage et en recommençant l'opération de formation du cône unitaire à la nouvelle cote atteinte. Les cotes choisies peuvent être telles que les cônes successifs produits soient distincts les uns des autres ou bien fusionnés pour former un cône plus épais. Dans le cas de l'emploi d'un dispositif d'éjection à deux jets, ceux-ci peuvent opérer à un même niveau (2 jets à 180° par exemple) ou à des niveaux distincts. Ces jets peuvent être tous deux ori-

tés vers le haut ou vers le bas, ou bien l'un (le jet inférieur en général) peut être orienté vers le bas et l'autre (le jet supérieur en général) peut être orienté vers le haut. On peut aussi utiliser un dispositif générant simultanément plusieurs jets, par exemple 3 ou 4, comme cela sera évident pour l'homme du métier. Plutôt que de maintenir le ou les jets à une cote fixe pendant l'opération on peut aussi animer l'outil d'un mouvement vertical sur un certain intervalle de cotes, de façon à "épaissir" l'élément unitaire conique.

Selon le dispositif utilisé et, par conséquent, la configuration de jet produite, on peut donc obtenir un écran d'étanchéité simple, constitué d'une strate unique formée d'une pluralité de cônes s'intersectant ou un écran d'étanchéité multiple formé de deux ou plusieurs strates superposées formées chacune d'une pluralité de cônes s'intersectant. Les strates peuvent être formées de cônes orientés dans la même direction, c'est-à-dire vers le haut ou vers le bas, ou de cônes orientés dans des directions opposées (une strate inférieure étant formée par exemple de cônes orientés vers le haut et une autre strate supérieure étant formée de cônes orientés vers le bas). Les strates peuvent être espacées l'une de l'autre, tangentes à l'endroit des sommets des cônes, ou encore s'intersectant mutuellement, comme désiré.

L'angle β que forme chaque jet avec la verticale, que ce jet soit orienté vers le bas ou vers le haut, doit être d'au plus 85° car, au-dessus de cette valeur, on obtient des cônes élémentaires trop aplatis dont il ne serait pas possible de garantir l'intersection avec les cônes adjacents. Il n'est pas souhaitable non plus que l'angle β soit inférieur à 30° environ car au-dessous de cette valeur on obtient des cônes élémentaires trop pointus, de faible diamètre à la base, ce qui obligerait à accroître considérablement la densité des forages à réaliser pour la mise en oeuvre de la technique du jet et serait donc anti-économique. On préfère un angle β compris entre 50 et 80° environ, ce qui correspond à un élément unitaire conique dont l'angle au sommet θ va de 100 à 160° inclusivement.

Il est à noter enfin que, si désiré, l'écran d'étanchéité de l'invention peut être formé d'éléments unitaires coniques dont les angles au sommet θ peuvent ne pas être les mêmes partout. Les angles au sommet peuvent varier d'une zone à l'autre d'une strate donnée et/ou varier d'une strate à une autre.

La description qui va suivre, faite en se référant aux dessins fera bien comprendre l'invention.

La figure 1 est une vue schématique en coupe verticale d'un écran d'étanchéité souterrain selon l'invention ;

La figure 2 est une vue schématique selon la ligne de coupe II-II de l'écran de la figure 1 ;

La figure 3 est une coupe schématique partielle à plus grande échelle de l'écran de la figure 1 ; et Les figures 4 à 6 illustrent trois variantes de réalisation de l'écran selon l'invention.

Les figures 1 et 2 montrent un écran d'étanchéité souterrain selon l'invention qui est un radier 1 réalisé dans le sol à l'endroit d'une fouille à réaliser ultérieurement, mais délimitée par une paroi 2 moulée préalablement dans le sol. Le radier 1 est constitué d'une multiplicité d'éléments unitaires 3, de forme conique, qui s'intersectent, comme le montre la figure 2.

Comme l'illustre la figure 3, chaque élément unitaire est réalisé en alimentant en coulis minéral durcissable, sous pression élevée, un train de tubes 4 muni à sa partie inférieure d'une buse latérale 5 orientée vers le bas et introduit dans un forage surdimensionné tel que 6, puis en faisant lentement tourner le train de tubes 4 sur lui-même tout en le maintenant à un niveau stationnaire. Le jet de coulis 7 éjecté déstructure le terrain rencontré et soit se mélange avec les éléments constitutifs de ce dernier pour former, après durcissement, un mortier ou béton de sol 8, soit se substitue au terrain pour former, après durcissement, un coulis durci, selon la nature du sol.

Les figures 4 à 6 illustrent diverses variantes conformes à l'invention.

Sur la figure 4, on a représenté un écran formé de deux strates superposées 11 et 12 formées chacune d'une pluralité d'éléments unitaires coniques 3 semblables à ceux des figures 1-3. Un tel écran peut être réalisé simplement en formant, à partir de chaque forage, un premier élément unitaire, puis en remontant légèrement le conduit 4 dans le forage, un deuxième élément unitaire surplombant le premier. En variante, on pourrait avoir recours à un train de tubes muni de deux buses espacées, maintenues à un niveau stationnaire.

Sur la figure 5, on a représenté un écran d'étanchéité formé de deux strates 21 et 22 formées chacune d'une pluralité d'éléments unitaires coniques 3, les cônes formés à partir d'un même forage étant de sens inverses avec leurs sommets contigus. Une telle géométrie s'obtient facilement en utilisant un train de tubes muni de deux buses situées sensiblement au même niveau mais dirigées l'une vers le bas et l'autre vers le haut.

Sur la figure 6, on a représenté un écran d'étanchéité semblable à celui de la figure 5, si ce n'est que les sommets des cônes formés à partir d'un même forage sont espacés au lieu d'être contigus. Une telle géométrie s'obtient en utilisant un train de tubes muni de deux buses espacées superposées, l'une dirigée vers le bas et l'autre vers le haut.

Il va de soi que les modes de réalisation décrits ne sont que des exemples et qu'on pourrait les modifier, notamment par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour cela du cadre de l'invention.

direction générale horizontale, comprenant au moins une strate constituée d'une pluralité d'éléments unitaires solides se recouplant sans discontinuité entre eux, formés d'un mortier ou béton de sol ou d'un coulis durci de nature minérale, lesdits éléments unitaires ayant la forme d'un cône à axe sensiblement vertical et dont l'angle au sommet θ est compris entre 60 et 170° inclusivement.

- 5 2. Un écran selon la revendication 1, dans lequel l'angle au sommet du cône est compris entre 100 et 160° inclusivement.
- 10 3. Un écran selon la revendication 1, dans lequel les cônes unitaires ont leur sommet dirigé vers la surface du sol.
- 15 4. Un écran selon la revendication 1, qui comprend une seule strate d'éléments unitaires.
- 20 5. Un écran selon la revendication 1, qui comprend deux strates d'éléments unitaires.
- 25 6. Un écran selon la revendication 1, dans lequel les éléments unitaires coniques ont une épaisseur de l'ordre de 5 à 40 cm.
- 30 7. Un procédé de réalisation d'un écran d'étanchéité souterrain s'étendant en direction générale horizontale, par formation, par la technique du jet rotatif, d'une pluralité d'éléments unitaires solides se recouplant sans discontinuité entre eux, constitués d'un mortier ou béton de sol ou d'un coulis durci de nature minérale, ledit procédé mettant en oeuvre pour la formation desdits éléments, au moins un jet formant avec l'horizontale un angle α compris entre 5 et 60° inclusivement.
- 35 8. Un procédé selon la revendication 7, dans lequel l'angle α est compris entre 10 et 40° inclusivement.
- 40

45

50

55

Revendications

1. Un écran d'étanchéité souterrain, s'étendant en

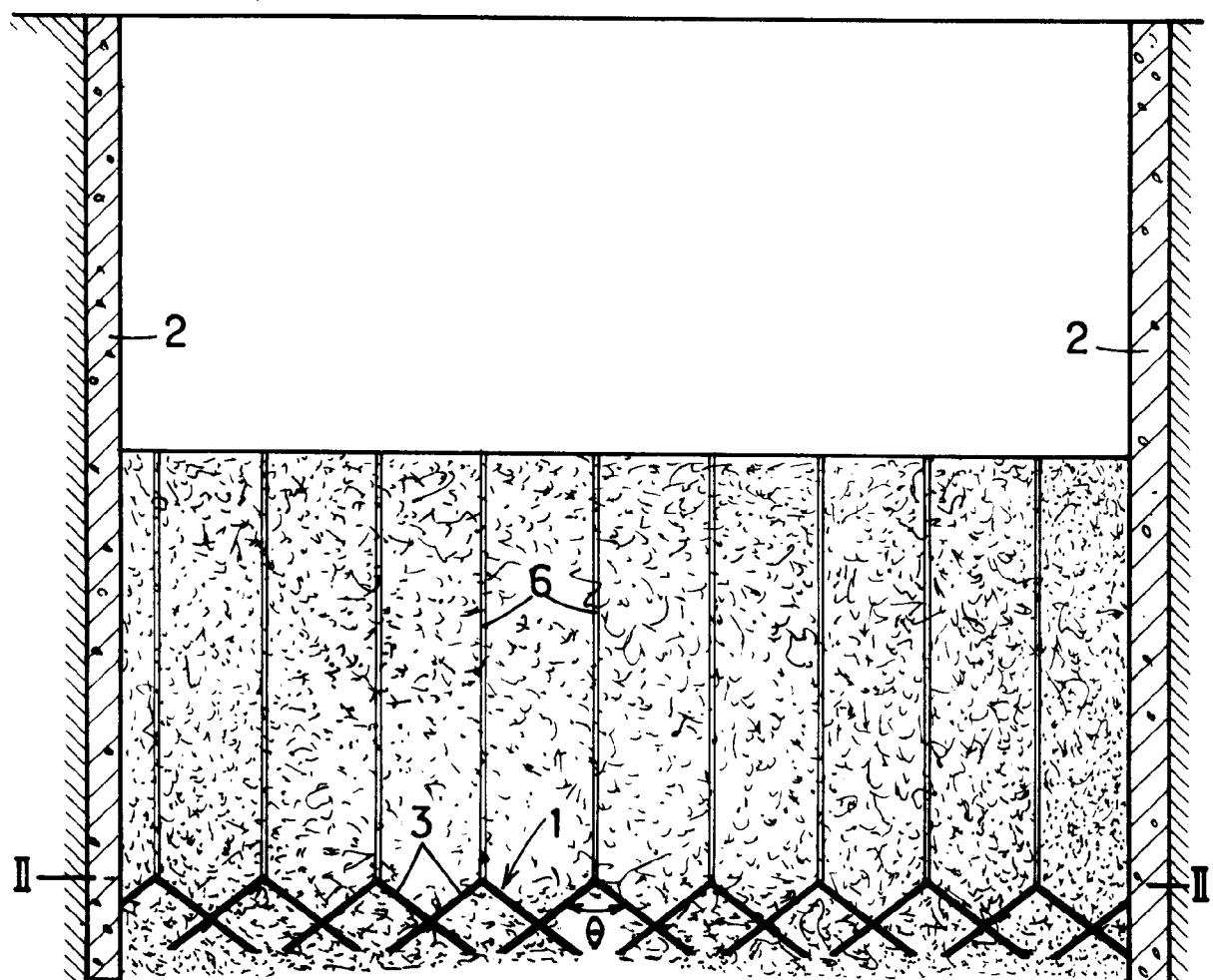
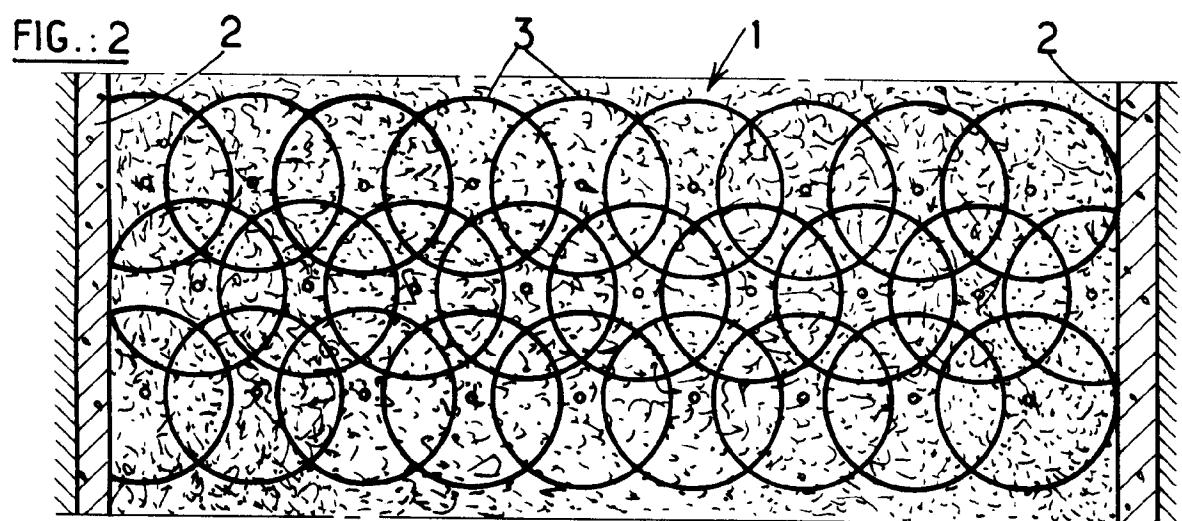


FIG. 1



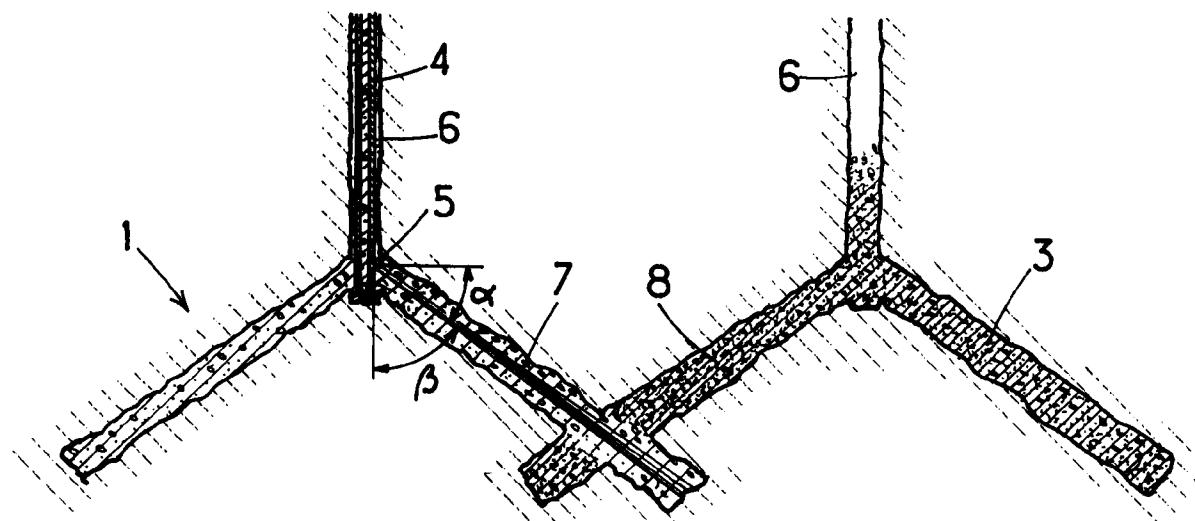


FIG. 3

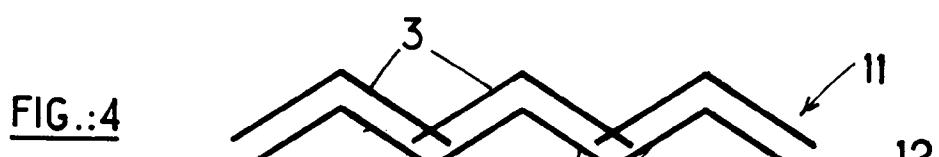


FIG. 4

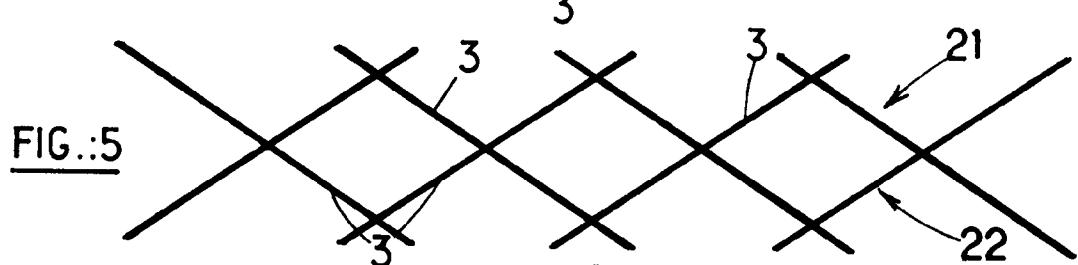


FIG. 5

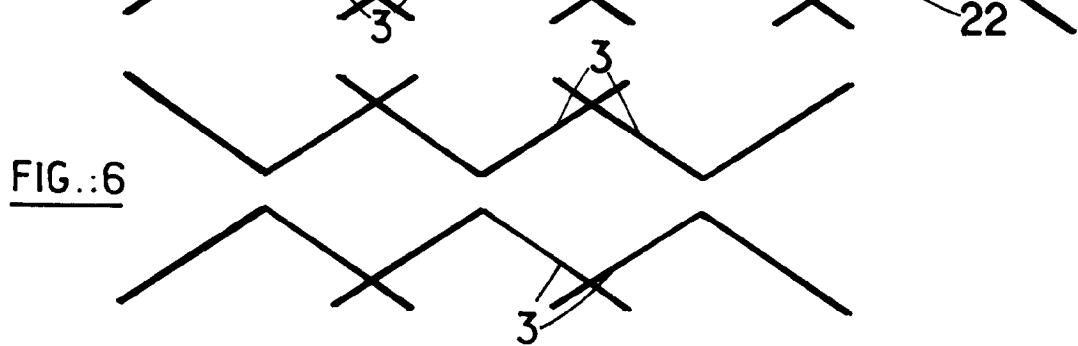


FIG. 6



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 93 40 0846

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)																
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée																	
X	FR-A-2 114 347 (ICHISE)	9, 10	E02D3/12																
Y	* page 4, ligne 11 - ligne 31 * * page 7, ligne 4 - ligne 8; figures 1,3,4 *	1, 3, 4, 7	E02D19/16																
X	---	9, 10																	
	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 74 (M-568)(2521) 6 Mars 1987 & JP-A-61 229 014 (TAGUCHI KENKYUSHO) * abrégé *																		
Y	---	1, 3, 4, 7																	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 152 (M-309)14 Juillet 1984 & JP-A-59 048 516 (YAMAMOTO KOGYO) 19 Mars 1984 * abrégé *	1, 3, 5, 7, 9, 10																	
A	FR-A-2 415 169 (TAKAHASHI) -----																		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)																
			E02D																
<table border="1"> <tr> <td>Lieu de la recherche</td> <td>Date d'achèvement de la recherche</td> <td>Examinateur</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LA HAYE</td> <td>01 JUILLET 1993</td> <td>TELLEFSEN J.</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</td> <td colspan="2">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</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> 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 </td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>				Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur		LA HAYE	01 JUILLET 1993	TELLEFSEN J.		CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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		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			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur																	
LA HAYE	01 JUILLET 1993	TELLEFSEN J.																	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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																	
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																			