

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 107 747
A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 82401268.6

(51) Int. Cl.³: B 28 B 21/98

(22) Date de dépôt: 06.07.82

(43) Date de publication de la demande:
09.05.84 Bulletin 84/19

(84) Etats contractants désignés:
CH DE GB LI NL SE

(71) Demandeur: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
Etablissement de Caractère Scientifique Technique et
Industriel
31/33, rue de la Fédération
F-75015 Paris(FR)

(72) Inventeur: Batigne, Jean
2, Avenue de Ceinture
F-95880 Enghien-Les-Bains(FR)

(72) Inventeur: Deslandes, Claude
168, rue du Grezac
F-34100 Montpellier(FR)

(72) Inventeur: Gillot, Jacques
5, Impasse de la Hount, Odos
F-65310 Laloubere(FR)

(72) Inventeur: Tritten, Paul
9, Résidence Bel Air
F-65000 Tarbes(FR)

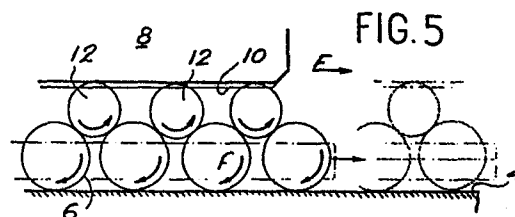
(74) Mandataire: Mongrédien, André et al,
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris(FR)

(54) Procédé de fabrication de tubes cylindriques en céramique présentant des empreintes localisées et dispositif de mise en oeuvre de ce procédé.

(57) Procédé de réalisation d'empreintes sur la paroi interne d'un tube en matériau céramique.

Immédiatement après qu'on ait formé ces tubes (12), on les place sur des moyens (6) de mise en rotation autour de leur axe de révolution parallèles à l'axe des portions de tube, on applique sur eux des moyens (8) d'application d'une pression de telle façon que les portions de tubes soient enserrées entre les moyens de mise en rotation et les moyens de pression : on munit les moyens de pression ou les moyens de mise en rotation d'au moins un outil (10) de réalisation d'empreintes, on applique des moyens pour créer un deuxième mouvement relatif entre le tube et le ou les outils de telle façon qu'il n'y ait sensiblement pas de glissement.

Application à la réalisation de tubes pour l'enrichissement par diffusion gazeuse.



La présente invention a pour objet un procédé de fabrication de tubes cylindriques en céramique présentant des empreintes localisées sur leur face interne et un dispositif de mise en oeuvre de ce procédé, ainsi
5 que des tubes munis desdites empreintes.

L'invention concerne en outre des dispositifs pour la réalisation des empreintes localisées.

De façon encore plus précise, la présente invention concerne un procédé de réalisation de tubes
10 cylindriques en céramiques perméables présentant sur leur face interne des reliefs localisés, tels que des empreintes annulaires, hélicoïdales ou de simples hélices ou doubles hélices croisées ou encore des empreintes ponctuelles.

15 On sait que l'une des techniques de séparation de mélange de gaz présentant des masses moléculaires proches est la diffusion gazeuse. Selon cette technique, on fait circuler le mélange gazeux sous pression à l'intérieur de tubes constitués par une paroi microporeuse.
20 Ces tubes, selon une technique connue, sont constitués, d'une part, par un tube en céramique macroporeuse, appelé en général support, revêtu intérieurement d'une couche microporeuse déposée sur cette paroi interne. L'ensemble constitué par le tube proprement dit ou
25 "support" et la couche microporeuse permet d'adapter la porosité totale du tube revêtu ou "barrière" afin d'obtenir un coefficient de séparation de gaz optimal. Cette technique est en particulier utilisée pour la séparation entre deux gaz correspondant à des isotopes différents
30 d'un même corps simple.

Cependant, on a constaté que, lors de l'écoulement du gaz à l'intérieur des barrières ou tubes, il se présentait une certaine accumulation d'une des phases à la surface interne du tube. C'est pourquoi, selon l'in-
35 vention, on ménage sur la face interne des tubes des reliefs pour créer des turbulences importantes du gaz à

l'intérieur des éléments tubulaires afin d'éviter cette accumulation d'une des phases et accroître ainsi le coefficient de séparation par diffusion gazeuse.

L'invention vise exclusivement la réalisation
5 du support, c'est-à-dire la réalisation du tube macroporeux. Sous leur forme la plus conventionnelle, de tels tubes cylindriques sont réalisés par les méthodes céramiques usuelles, c'est-à-dire par mélange d'oxydes
10 céramiques, de liants organiques thermiquement éliminables et d'une phase liquide (plus généralement l'eau). Après malaxage de ces éléments principaux, le mélange se présente sous forme d'une pâte plastique et déformable et mise en forme tubulaire à l'aide d'une presse à
15 piston ou une extrudeuse à vis. La pâte est placée dans le cylindre de la presse et forcée sous pression à travers un espace annulaire déterminé par une buse extérieure et un poinçon intérieur, lesquels définissent les diamètres externe et interne du tube à réaliser.

Coupé à la longueur souhaitée, le tube est
20 alors placé sur des rouleaux qui tournent et avancent dans un séchoir dont la température permet l'élimination de la phase liquide et conduit à un tube non déformable, solide et susceptible d'être manipulé ou transporté
25 automatiquement vers les autres matériels qui lui feront subir les opérations suivantes de pré-cuisson (élimination des liants organiques) et cuisson proprement dite à température élevée qui confère au tube les propriétés recherchées (par exemple : perméabilité, dimensions de pores) et une résistance mécanique élevée et, éventuel-
30 lement transport vers d'autres matériels de transformation du matériau.

A la sortie des machines de mise en forme (filière ou extrudeuse à vis) l'élément se présente sous forme d'un tube plastique déformable mais relativement
35 résistant à l'allongement et au déchirement.

C'est à ce stade de l'élaboration des tubes

qu'intervient le procédé de réalisation des reliefs ou empreintes sur la face interne du tube.

Selon son mode principal de mise en oeuvre, le procédé de fabrication de tubes à empreintes, selon
5 l'invention, est basé sur le fait qu'à la sortie de l'ensemble de mise en forme du tube, ceux-ci sont placés sur des rouleaux rotatifs assurant une mise en rotation des tubes et avançant vers le séchoir et que le rouleau tourne sans glisser sur une surface fixe réelle ou
10 fictive. Un outil posé sur les tubes qu'il supporte est également fixe. Il est alors possible de réaliser des empreintes sur les tubes encore déformables en leur appliquant un outillage absolument fixe qui viendra déformer localement le tube et réalisera des empreintes
15 permanentes sur la face interne du tube, ces empreintes étant de forme et de profil déterminés par les outils et le mode de déplacement relatif des tubes et des outils.

Suivant ce mode général de mise en oeuvre, deux
20 modes préférés de mise en oeuvre sont envisagés.

Selon un premier mode de mise en oeuvre, les rouleaux de mise en rotation comportent des empreintes en relief et une plaque horizontale est appliquée sur les tubes à déformer afin d'exercer une certaine pression
25 des tubes sur les empreintes en relief des rouleaux. Ce procédé permet de réaliser des empreintes annulaires. Pour réaliser ces rouleaux à empreintes, un procédé économique qui permet beaucoup de possibilités consiste à enfiler des joints toriques en élastomère sur les
30 rouleaux. Toutefois, il est plus difficile de concevoir que tous les rouleaux de l'ensemble de séchage soient équipés de tores ou d'empreintes en relief. Il est plus économique d'équiper un élément de rouleau qui reçoit les tubes à la sortie de la mise en forme. Sur ce tronçon,
35 la pression est appliquée sur les tubes qui sont alors transférés sur les rouleaux lisses du séchoir proprement dit.

Selon un deuxième mode de mise en oeuvre qui permet des configurations d'empreintes plus variées et qui est apparemment plus industriel et économique, on dépose les tubes sur des rouleaux parfaitement cylindriques et qui peuvent être dans ce cas les rouleaux du séchoir lui-même et on applique sur ces tubes des outillages dont la disposition et le profil permettent de réaliser les empreintes désirées.

Cet outillage peut être une plaque ondulée ou un outillage formé de tiges ou tubes fixés sur un panneau. Si ces tiges ou tubes sont disposés perpendiculairement à l'axe des tubes à former, l'empreinte réalisée est annulaire. Cet outillage peut également être constitué par des tiges ou tubes continus ou par des séries de tubes discontinus disposés en quinconce de façon à diminuer la charge répartie sur le tube, cette charge ayant tendance à diminuer son diamètre de façon à appliquer une pression plus localisée.

Cet outillage peut également être constitué de tiges ou tubes inclinés par rapport à l'axe des tubes à marquer. Dans ce cas, l'empreinte est une gorge hélicoïdale. L'outillage peut être constitué d'un seul tronçon pour obtenir une marque en hélice continue sur toute la longueur du tube ou bien de plusieurs tubes afin de réaliser des tubes présentant des zones marquées alternant avec des zones qui restent lisses.

Il est également possible dans ce dernier cas d'alterner la pente des outils de façon à réaliser des marques hélicoïdales à sens inversé dont on peut modifier le pas en changeant l'angle des outils par rapport à l'axe du tube.

Il est également possible de réaliser un outil comportant une succession de tubes ou tiges parallèles de diamètre croissant de telle façon que l'empreinte soit réalisée avec un poinçon très ponctuel au début de l'opération et qu'elle soit élargie par des poinçons de

plus grand diamètre dans les phases suivantes jusqu'à ce qu'on obtienne une empreinte finale de taille voulue.

Enfin, il est possible de réaliser des tubes comportant des enfoncements ponctuels. Pour ce faire,
5 l'outil qui appuie sur les tubes peut être équipé de reliefs localisés judicieusement disposés.

Cependant, on a constaté que, dans certains cas, le procédé précédemment décrit selon ces deux modes de mise en oeuvre principaux pouvait présenter certains
10 inconvénients. En effet, pour obtenir des étranglements suffisamment marqués ou empreintes, il peut être nécessaire de déformer localement le tube lors du passage sous les outils de formation d'empreintes d'une quantité bien supérieure à la déformation permanente résiduelle
15 désirée. Il peut également être nécessaire de répéter plusieurs fois l'opération élémentaire de déformage pour obtenir une profondeur d'empreinte suffisante, par exemple en faisant parcourir au tube un chemin correspondant à une rotation de plusieurs tours sous des tiges ou
20 tubes placés perpendiculairement à l'axe du tube. Dans ces deux cas, la partie du tube qui n'entre pas en contact avec les outils de formation d'empreinte subit aussi une déformation : sa section au voisinage de l'outil de formation d'empreintes n'est plus circulaire mais plus
25 ou moins ovale. Pour que le tube revienne à un profil circulaire après son passage sous les tubes ou baguettes, le profil longitudinal de ces dernières comprend du côté sortie des tubes une zone à pente douce où le pincement du tube entre les outils de formation d'empreintes et
30 les rouleaux de progression des tubes et donc son ovalisation diminuent progressivement jusqu'à s'annuler. Plus précisément, sur toute la longueur des tiges ou tubes ou plus généralement des outils de formation d'empreinte le roulement du tube à marquer qui est pincé entre les
35 outils et les rouleaux l'amène à subir une "ovalisation roulante" qui est caractérisée par la succession des

profils représentée sur la figure 17. Cette ovalisation
roulante provoque l'apparition de contraintes de traction
à la surface du tube aux points A, B', C et D' sur les
figures 17a et 17c et aux points A', B, C' et D sur les
5 figures 17b et 17d. De ce fait, chaque région de la
surface intérieure et de la surface extérieure du tube
se voit alternativement sollicitée en traction et en
compression au cours du passage sous les tubes ou outils
de formation d'empreintes. Cette sollicitation alternée
10 est plus ou moins bien acceptée par la pâte dont est
constitué le tube et peut provoquer, par un phénomène
de fatigue, l'apparition de fissures.

C'est pourquoi la présente invention concerne
également deux modes de mise en oeuvre perfectionnés de
15 l'invention, qui permettent d'éviter ou au moins de
réduire cette introduction de contraintes lors de la
formation des empreintes sur le tube.

Dans un premier mode de mise en oeuvre perfec-
tionné préféré, on utilise des outils de formation
20 d'empreintes qui sont chauffés. Cela permet de chauffer
par contact et de façon sélective les régions du tube
que l'on veut déformer. On a constaté que la conductibi-
lité thermique des pâtes céramiques étant faible, la
zone chauffée par les outils de formation d'empreintes
25 s'étend à toute l'épaisseur du tube si cette épaisseur
n'est pas trop élevée mais sa largeur reste faible,
c'est-à-dire que les régions du tube qui ne viennent
pas en contact avec les baguettes de formation d'em-
preintes restent froides. La viscosité du liquide,
30 colle, graisse ou autre produit utilisé comme liant de
la céramique servant à constituer les tubes, et par
suite la résistance à la déformation de cette pâte
décroissant fortement quand la température augmente, le
chauffage localisé de la pâte par les outils de formation
35 d'empreintes la ramollit localement et permet donc de la
déformer facilement. En revanche, les régions du tube qui
ne sont pas à déformer restent relativement rigides.

L'utilisation de ces outils de formation d'empreintes chauffés présente les avantages suivants. Pour un même nombre de rotations du tube sous les outils, et pour un même pincement du tube entre les outils et les
5 rouleaux, on peut obtenir des empreintes de profondeur supérieure.

Simultanément, la tendance à la fissuration du tube diminue fortement et par suite sa résistance mécanique après frittage n'est plus diminuée comme elle l'était
10 en l'absence de chauffage. En effet, une empreinte plus profonde étant rapidement obtenue, la partie du tube qui ne vient pas en contact avec les outils de formation d'empreintes subit une ovalisation roulante de plus faible intensité.

15 Bien entendu, le chauffage des outils de formation d'empreintes peut être obtenu par différents moyens qui seront décrits ultérieurement.

Un deuxième mode de mise en oeuvre perfectionné du procédé objet de l'invention consiste dans l'utilisa-
20 tion d'outils de formation d'empreintes soumis à des vibrations. L'utilisation de ces outils vibrants présente les avantages suivants.

Pour un même nombre de rotations du tube sous les outils et pour un même pincement du tube entre les
25 tiges et les rouleaux d'entraînement, on peut obtenir des empreintes de profondeur supérieure.

Simultanément, la tendance à la fissuration du tube diminue fortement et par suite sa résistance mécanique après frittage n'est plus diminuée comme elle l'est
30 si on ne met pas en oeuvre ce phénomène de vibrations. En effet, une empreinte plus profonde étant rapidement obtenue, la partie du tube qui ne vient pas au contact des baguettes ou outils de formation d'empreintes subit une ovalisation roulante de plus faible intensité.

35 La mise en vibration des outils de formation d'empreintes peut être réalisée par tous les moyens

appropriés, par exemple au moyen d'un électro-aimant alimenté par un courant alternatif ou au moyen d'une masse tournante excentrée mise en rotation par un moteur fixé sur le châssis qui supporte les outils de formation d'empreinte ou par tout autre dispositif vibreur disposé sur ce châssis. La vibration peut être exercée parallèlement ou perpendiculairement à l'axe des tubes à former ou dans plusieurs directions à la fois (par exemple vibration rotatoire).

10 Il va de soi que ces deux modes de mise en oeuvre perfectionnés du procédé peuvent être combinés, c'est-à-dire que l'on peut utiliser des outils de formation d'empreintes qui sont chauffés, ces outils étant simultanément soumis à des vibrations comme cela a été
15 indiqué précédemment.

L'invention concerne également les divers dispositifs pour la mise en oeuvre du procédé selon ses différentes variantes.

L'invention concerne encore le tube en céramique poreuse et perméable muni des différentes formes d'empreintes qui peuvent être réalisées, par exemple, par la mise en oeuvre du procédé de l'invention selon ses diverses variantes. On peut citer en particulier, des empreintes annulaires, les empreintes en hélice, des
25 empreintes localisées ou ponctuelles.

De toute façon, l'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit des différents modes de mise en oeuvre de l'invention et des dispositifs de mise en oeuvre de ces procédés. La description se
30 réfère aux figures annexées sur lesquelles on a représenté :

- sur les figures 1 à 4, des portions de tubes comportant diverses formes d'empreintes en relief ;
- sur la figure 5, un dispositif de réalisation
35 d'empreinte, avec un seul outil porté par un plateau de pression ;

- sur les figures 6a et 6b, un dispositif de réalisation d'empreintes dans lequel les outils sont portés par les rouleaux d'avance des tubes ;
- sur les figures 6'a et 6'b, des vues en élévation et en coupe axiale d'un mode de mise en oeuvre avec un rouleau anneleur qui exerce la pression sur la portion de tube à déformer ;
- sur les figures 6"a et 6"b, des vues en élévation et en coupe axiale d'une variante du dispositif de mise en oeuvre dans laquelle trois rouleaux anneleurs exercent la pression sur la portion du tube à déformer ;
- sur les figures 7a et 7b, un dispositif dans lequel le plateau de pression comporte plusieurs outils pour réaliser des gorges annulaires ;
- sur la figure 8, une vue de dessous du plateau de pression de la figure 7a ;
- sur la figure 9, une vue de dessous du plateau de pression dans un dispositif comportant trois séries d'outils décalées ;
- sur les figures 10 et 11, des vues de dessous du plateau de pression muni d'outils pour réaliser des empreintes en forme d'hélice ;
- sur la figure 12, une vue de dessous du plateau de pression muni d'outils pour réaliser des empreintes localisées ;
- sur la figure 13, une vue d'ensemble d'un dispositif pour réaliser des empreintes ;
- sur la figure 14, une vue de dessous du plateau de pression montrant des outils pour réaliser des empreintes en forme d'hélice à l'aide d'outils ayant des épaisseurs croissantes ;
- sur la figure 15, une vue en coupe verticale d'un plateau de pression constitué par une tôle munie d'ondulations ;
- sur les figures 16, des vues en élévation et en coupe transverse d'un dispositif à outils chauffants pour la réalisation d'empreintes ;

- sur les figures 17, des schémas représentant des coupes transverses d'un tube en cours de réalisation des empreintes pour montrer les déformations que subit ce tube.

5 Sur les figures 1 à 4, on a représenté en coupe verticale différentes empreintes que l'on peut obtenir à l'aide du procédé selon ses différentes variantes.

Sur la figure 1, le tube 2a présente des empreintes annulaires E_1 . Sur la figure 2, le tube 2b
10 présente des empreintes en forme d'hélice qui sont référencées E_2 . La figure 3 représente un tube 2c sur lequel sont ménagées des empreintes en forme d'hélice E_3 , des espaces J étant ménagés selon l'axe du tube entre des séries de trois hélices. Sur la figure 4, on a re-
15 présenté un tube 2d sur lequel sont ménagées quatre zones marquées par des hélices E_4 et E_5 de sens opposé.

Sur la figure 5, on a représenté de façon schématique un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé. Dans ce dispositif on trouve un support horizon-
20 tal 4 sur lequel des rouleaux 6 peuvent rouler sans glisser selon le sens des flèches f. Le dispositif comprend également un porte-outil 8 sur lequel sont fixés des outils tels que 10 qui servent à réaliser des empreintes, comme on l'a indiqué précédemment dans les
25 tubes 12. Le mouvement de rotation des rouleaux 6 entraîne, d'une part, un mouvement de rotation des tubes 12 autour de leur axe propre et, d'autre part, un mouvement général de translation de ces tubes selon la flèche F. Il faut comprendre que le porte-outil 8 et donc
30 les outils 10 sont immobiles par rapport au plan support 4 et qu'ils permettent, par exemple, d'assurer une des empreintes en forme annulaire. Il est important de préciser en outre que les tubes 12 sont placés sur les
rouleaux d'entraînement 8 immédiatement à la sortie de
35 la filière servant à les former. Ainsi, le matériau céramique constituant les tubes 12 est encore relativement malléable.

Les figures 6a et 6b représentent un deuxième dispositif pour la mise en oeuvre du même procédé selon une variante. D'une façon générale, à l'aide de ce dispositif, les empreintes ne sont plus réalisées à l'aide d'un outil venant appliquer une pression sur les tubes entraînés par les rouleaux mais par des outils qui sont directement ménagés sur les rouleaux d'entraînement, l'effort appliqué par ces outils étant obtenu par une pièce de maintien des tubes par rapport aux rouleaux.

Plus précisément, comme on le voit sur les figures 6a et 6b, on trouve un tapis de rouleaux 6' qui, comme on le voit mieux sur la figure 6b, comporte des empreintes toriques 6" aptes à définir la forme de l'empreinte dans les tubes. Les rouleaux réalisent d'une part la mise en rotation des tubes 12 et, d'autre part, ils sont soumis à un mouvement général de translation selon la flèche F (perpendiculaire à l'axe des tubes 12). Comme on l'a indiqué, un plateau de pression 14 associé par exemple à un dispositif à ressort 16 assure l'immobilisation selon une direction verticale des tubes 12 par rapport aux rouleaux 6' munis des outils 6". A l'aide d'un tel dispositif, on peut par exemple obtenir les empreintes annulaires visibles sur la figure 6b.

Ces outils 6" qui sont des couronnes cylindriques peuvent soit être usinés dans la masse des rouleaux 6, soit être rapportés sous la forme d'anneaux constitués par des joints toriques.

Sur les figures 6'a et 6'b, on a illustré un dispositif pour un troisième mode de mise en oeuvre du procédé qui combine d'une certaine façon les modes de mise en oeuvre des figures 5 et 6. On trouve deux rouleaux d'entraînement 106 et 106' sur lesquels on place la portion de tube 12 sur laquelle on veut réaliser les empreintes. Un troisième rouleau 108 dit anneau peut être abaissé pour appliquer une pression sur le tube 12 à déformer et ce rouleau 108 comporte des

reliefs 110 (visibles sur la figure 6'b) qui permettent de réaliser des empreintes 112 de forme annulaire. Le rouleau 108 peut également tourner autour de son axe XX', on obtient ainsi un minimum de glissements et de frottements entre le tube à déformer 12 et le rouleau anne-
leur 108.

Sur les figures 6"a et 6"b, on a représenté une variante du dispositif pour le troisième mode de mise en oeuvre du procédé, objet de l'invention. Selon cette
variante, non seulement le rouleau 108 porte des reliefs 110, mais encore les deux rouleaux d'entraînement. En d'autres termes, on trouve trois rouleaux identiques 108 munis de reliefs 110, les reliefs se faisant bien sûr face. Lors de la rotation des rouleaux 108, chaque
empreinte dans le tube est formée simultanément par l'action des reliefs des trois rouleaux.

Le dispositif de la figure 7 est proche de celui qui est représenté sur la figure 5, c'est-à-dire que l'on retrouve les rouleaux 6 mais au lieu de trouver un seul outil 8 on trouve, comme sur la figure 6, un
plateau de pression 14 associé à un dispositif élastique 16 et sur la face inférieure duquel sont montés des outils de réalisation d'empreintes 18. Comme on le voit mieux sur la figure 7b, ces outils ont par exemple une
face active arrondie 18a pour réaliser des empreintes en forme de gorge. Bien entendu, sur ce dispositif on pourrait disposer des outils ayant des formes différentes pour réaliser une forme adéquate d'empreintes sur les tubes 12.

La figure 8 représente en vue de dessous un plateau de pression 14 sur lequel sont montés des outils destinés à la réalisation d'empreintes annulaires. Ces outils font toute la largeur du plateau de pression et peuvent avoir dans un plan de section perpendiculaire à leur longueur une forme adaptée à la section de l'empreinte à réaliser.

Sur la figure 9, on a représenté un outillage dans lequel on trouve trois plateaux de pression solidarisés entre eux, référencés 14a, 14b et 14c, chaque plateau portant des outils de réalisation d'empreintes

5 22. Les outils réalisent une empreinte sur trois. En d'autres termes, si l'on appelle p le pas des empreintes finales à réaliser sur le tube, les outils 22 d'un même plateau sont décalés d'une longueur égale à $3p$ et un outil d'un plateau est décalé d'une longueur p de

10 l'outil du plateau adjacent.

La figure 10 représente en vue de dessous un plateau de pression 14 muni d'outils de réalisation d'empreinte 24 qui sont inclinés par rapport à l'axe de déplacement des tubes. Ces outils 24 permettent de

15 réaliser des empreintes hélicoïdales avec un pas p' .

Sur la figure 11, on a représenté un plateau 14 du même type qui est muni d'outils 24' permettant la réalisation d'hélices de sens inverse.

Le plateau 14 en vue de dessous de la figure 12

20 est muni de poinçons localisés 26 qui permettent ainsi de réaliser sur les tubes des empreintes ponctuelles.

Sur la figure 13, on a représenté plus en détail l'installation. Celle-ci comporte d'une part un poste de chargement 30 qui permet de placer les tubes à

25 former à la sortie de la filière de formage des tubes sur les rouleaux 6. Ceux-ci sont entraînés en translation et en rotation par l'ensemble d'un dispositif de tapis 32 entraîné en rotation par des roues d'extrémités 34a et 34b qui assurent la tension et l'entraînement en rotation

30- de ce tapis. Le dispositif comporte également un plateau de pression 14 portant des outils 36 et un poste de déchargement des tubes munis de leur empreinte 38.

Sur la figure 14, on a représenté une autre forme d'outils permettant d'obtenir des séries d'empreintes en hélice. Sur la face inférieure du plateau de

35 pression 14, on trouve aux deux extrémités deux zones A_1

et A_2 constituées par des outils de courte longueur, cinq dans ce cas particulier, et deux zones A_3 et A_4 constituées par des outils inclinés par rapport à l'axe du plateau et de longueur plus importante. Ces zones sont
5 constituées chacune par cinq outils dont le diamètre va en augmentant de la droite vers la gauche.

Comme on l'a représenté sur la figure 15, au lieu d'avoir un plateau 14 sur lequel sont fixés les outils aptes à créer l'empreinte, l'ensemble du plateau
10 et des outils peut être réalisé à l'aide d'une tôle nervurée 40 qui est associée à des moyens de pression par ressort 42. Cela permet par exemple, d'obtenir des empreintes à rayons de courbure relativement importants.

On va maintenant décrire trois exemples con-
15 crets de mise en oeuvre de cette première forme du procédé.

EXEMPLE 1

Procédé de réalisation de tubes poreux en alumine de diamètre extérieur 20 mm, 16 mm de diamètre
20 intérieur et 800 mm de longueur, présentant des empreintes annulaires de 0,4 mm de profondeur (mesurées sur la surface interne) et espacées de 20 mm, sur une longueur de 650 mm. Chaque extrémité présente une zone cylindrique et lisse de 75 mm.

25 Les tubes sortant d'une presse à piston, encore parfaitement plastiques et déformables, sont placés sur des rouleaux de 42,4 mm de diamètre, espacés de 8,4 mm roulant sur un plan fixe qui leur confère un mouvement de rotation et avançant vers un caisson de séchage à la
30 vitesse de un mètre par minute (voir figure 5).

Sur la nappe de tubes ainsi formée est appliqué un outillage formé d'un plateau très plan, horizontal, de 700 mm de largeur et environ 1 mètre de longueur, au-
dessous duquel sont disposés par soudage, collage et
35 tout autre procédé, des tubes en acier inoxydable de diamètre extérieur 8 mm, perpendiculaires à l'axe des

tubes à marquer, espacés de 20 mm constituant les outils de formation d'empreintes ; les extrémités de ces tubes étant biseautées de façon que la déformation des tubes soit progressive à l'entrée de cet outil et que la sortie soit également régulière. Cet outillage est disposé en hauteur de façon que les tubes marqueurs s'enfoncent d'environ 2 mm dans les tubes céramiques. De façon à éviter un collage des tubes sur les rouleaux d'entraînement et sur les outils qui provoquent une déformation par des tubes, les tubes ou rouleaux sont revêtus d'un film d'huile purement organique avant la zone de travail.

Après séchage et traitement thermique, les tubes présentent des empreintes annulaires de la dimension désirée et le procédé mis en oeuvre est parfaitement continu et industriel.

Il est bien évident qu'il est facile, en modifiant les distances entre tubes-marqueurs de réaliser des pas quelconques d'empreintes annulaires et que le profil et la profondeur de ces empreintes peuvent être changés en utilisant des outils de diamètres et formes différents ou en réglant la hauteur de l'outillage par rapport aux tubes.

EXEMPLE 2

Procédé de réalisation de tubes poreux en alumine de 20 mm de diamètre extérieur, 16 mm de diamètre intérieur et 800 mm de longueur, présentant des empreintes hélicoïdales de 0,5 mm de profondeur (mesurée sur la surface interne) au pas de 20 mm et disposées en quatre zones distinctes : deux zones de 70 mm de longueur, les deux extrémités du tube étant non marquées sur 75 mm et deux zones centrales de 210 mm de longueur.

Chaque zone annelée est ainsi séparée de sa voisine par une réserve lisse d'environ 30 mm.

Les tubes sortant de la presse à filer sont disposés comme dans l'exemple 1 sur les rouleaux rotatifs avançant vers le séchoir. Sur le plan des tubes défilant

est appliqué un outillage constitué d'un plateau parfaitement plan sur la surface inférieure duquel sont fixés des tubes de 7 mm de diamètre extérieur: deux tubes de 220 mm de longueur sur la partie latérale du plateau et
5 deux tiges de 660 mm de longueur sur les parties centrales du plateau.

Ces quatre tubes sont inclinés d'environ 15° par rapport à l'axe des tubes à marquer et sont parallèles entre eux. Chaque tube marque son hélice dans la
10 zone correspondante, les outils de plus petite longueur conduisant aux zones les plus courtes. Afin de faciliter le marquage des tubes et obtenir une profondeur d'em-
reinte plus importante, les tubes-marqueurs sont portés à 70-80°C par circulation d'huile chauffée par un dispo-
15 sitif thermostatique en circuit fermé. L'accroissement de température locale permet un léger ramollissement du tube qui devient plus déformable.

Après cette opération, séchage et traitement thermique, les tubes réalisés présentent des empreintes
20 hélicoïdales bien marquées suivant la disposition géométrique recherchée.

EXEMPLE 3

Procédé de réalisation de tubes poreux en alumine de 20 mm de diamètre extérieur et 16 mm de dia-
25 mètre intérieur et 800 mm de longueur présentant des empreintes hélicoïdales de même profondeur et de même pas que celles de l'exemple 2 mais dont le profil sera beaucoup plus large, c'est-à-dire dont le rayon de courbure sera beaucoup plus grand.

30 Il est impossible, dans ce cas, de réaliser l'hélice avec un seul outil marqueur de grand diamètre car un tel poinçon déforme et ovalise le tube sans marquer profondément.

Il est cependant possible d'obtenir de tels
35 profils en réalisant l'hélice avec plusieurs barrettes parallèles, de diamètres croissants, chaque outil élar-

gissant l'empreinte plus localisée faite par le précédent poinçon.

Chaque hélice est marquée, par exemple, par cinq outils cylindriques de diamètre 8, 10, 12, 14 et 5 16 mm, parfaitement parallèles et dont l'espacement a été calculé soigneusement de façon que chaque outil retombe avec précision dans la marque réalisée par le poinçon qui le précède.

Dans ce cas, le plateau marqueur est constitué 10 d'un cadre parallélépipédique creux dans lequel on pourra faire circuler le fluide de réchauffage. Une face de ce cadre est parfaitement plane et quatre outils marqueurs sont fixés sur celle-ci. Ces outils sont constitués de plaques dans lesquelles auront été usinées, 15 par fraisage, des barrettes de diamètre 8, 10, 12, 14 et 16 mm, chaque barrette étant décalée par rapport à la précédente, d'une longueur correspondant à un tour (ou une circonférence) du tube à marquer, le décalage étant mesuré dans le sens du déplacement.

20 Avec ce dispositif, les hélices obtenues sont larges et profondes et le tube n'a pas subi d'allongement exagéré qui aurait réduit son diamètre dans les parties cylindriques intermédiaires.

Comme on l'a indiqué précédemment, on peut 25 ajouter à la déformation mécanique du tube due aux outils une opération de chauffage localisée du tube au droit des empreintes à réaliser. Ce chauffage peut être réalisé de diverses manières. On peut citer par exemple :

- à l'aide de résistances chauffantes électriques. Cela 30 est particulièrement intéressant si l'outil de réalisation d'empreintes constitue lui-même la résistance chauffante,
- par circulation d'un liquide chaud dans des conduits aménagés dans le dispositif de formage. Un cas particulier est celui où les outils de formage se présentent 35 sous forme de baguettes constituées par des tubes métalliques dans lesquels circule le liquide chaud. Un

autre cas est celui où les tubes dans lesquels circule le liquide chaud sont soudés le long des baguettes, - par rayonnement infrarouge dirigé sur les baguettes, la surface du tube étant protégée de ce rayonnement
5 par des écrans.

Selon ce mode de mise en oeuvre du procédé, il est avantageux de chauffer les régions du tube à déformer avant de commencer les opérations de déformation proprement dites. Pour cela, on utilise des outils de formage
10 à profil progressif, comme on l'a représenté sur les figures 17. L'outil 50 chauffant présente une première région I, l'outil chauffant 50 a en section droite la forme représentée sur la figure 16a, c'est-à-dire que l'outil 50 assure seulement un chauffage sans aucune
15 déformation mécanique. Dans la région II, l'outil 50 assure une déformation mécanique progressive, comme le montrent les figures 16b et 16c. Dans cette région, l'outil 50 assure bien sûr de plus un chauffage. Dans la zone III, le profil va en diminuant d'épaisseur, comme
20 représenté sur la figure 17b et cette zone constitue une zone de dégagement.

En fait, et bien que cela n'ait pas été illustré, il est clair que les outils représentés sur les figures 5 à 14, peuvent être chauffants. Soit ils com-
25 portent une résistance chauffante incorporée, soit ils sont creux et un liquide chaud y circule.

Le chauffage de la pièce par les outils chauffants, même s'il est limité aux zones à déformer, peut entraîner une volatilisation néfaste de certains constituants de la pâte avec laquelle on réalise les tubes.
30 Pour éviter cette évaporation, on peut enclore la zone où est effectuée l'opération de formage dans une enceinte où on maintient une atmosphère saturée des composés volatils constituant le tube. Cela ralentit ou empêche
35 complètement la vaporisation. On peut également enduire au préalable le tube d'un film de composés non volatils comme par exemple une huile de paraffine.

Par ailleurs, afin d'éviter l'évaporation des constituants de la pâte formant le tube au droit de la surface du tube qui entre en contact avec les outils, on peut enduire ces régions d'un film de liquide non volatil. En particulier, ce liquide peut être déposé sur la face active des outils, d'où il sera transféré sur le tube grâce au contact qui intervient lors de l'opération de formage des empreintes.

Comme on l'a également indiqué, non seulement les outils de réalisation d'empreintes peuvent être chauffés mais ils peuvent également être soumis à des vibrations, ces deux caractéristiques pouvant d'ailleurs se combiner.

La mise en vibration des outils de réalisation d'empreintes peut être réalisée par tout moyen approprié. On peut citer en particulier un électroaimant alimenté par un courant alternatif associé à une pièce magnétique solidaire du plateau portant les outils de réalisation d'empreintes. On peut également utiliser une masse tournante excentrée mise en rotation par un moteur fixé sur le plateau qui porte les outils. Plus généralement, on peut utiliser ainsi tout dispositif vibreur fixé sur le plateau de support des outils. La vibration peut être exercée parallèlement ou perpendiculairement à l'axe des tubes à déformer ou dans plusieurs directions à la fois, par exemple par les vibrations rotatoires.

On va maintenant décrire des exemples comparatifs qui illustrent l'efficacité du procédé avec chauffage et avec création de vibrations.

Les exemples ci-dessous concernent le formage d'étranglements de la section intérieure de tubes constitués d'une pâte céramique à comportement thixotropique et contenant des liants thermoplastiques ayant les caractéristiques suivantes :

- | | | |
|----|------------------------------|---------|
| 35 | - diamètre intérieur du tube | : 17 mm |
| | - diamètre extérieur | : 21 mm |

- vitesse d'avancement des tubes sur le tapis de filage : 5 mm/s
- distance entre les étranglements à former sur les tubes : 16 mm
- longueur des baguettes (constituant les outils) venant en contact avec le tube : 500 mm
- 5 - rayon de courbure de la surface des baguettes venant en contact avec le tube : 6 mm
- pincement maximum du tube entre les baguettes et les rouleaux du tapis : 2,5 mm.

Dans les exemples n° 2 et n° 4 ci-dessous, on
 10 a une vibration rotatoire autour d'un axe horizontal perpendiculaire à l'axe du tube, avec une fréquence de 120 Hz et une amplitude de crête à crête de 0,2 mm.

La hauteur des saillies obtenues sur la face intérieure des tubes est la suivante :

15	<u>Exemple n° 1</u>	<u>Hauteur des saillies</u>
	Baguettes à 20°C, non vibrées	0,3 mm
	<u>Exemple n° 2</u>	
	Baguettes à 20°C, vibrées	0,4 mm
	<u>Exemple n° 3</u>	
20	Baguettes à 50°C, non vibrées	0,45 mm
	<u>Exemple n° 4</u>	
	Baguettes à 50°C, vibrées	0,65 mm.

Dans les quatre exemples ci-dessus, les tubes ne présentaient aucune fissure après séchage et frittage.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de réalisation d'empreintes sur la paroi de portions d'un tube qu'on obtient par formage en continu d'une pâte à base de céramique et découpage de ce tube, caractérisé en ce qu'immédiatement après qu'on
5 ait formé ces portions de tubes qui sont encore déformables, on les place sur des moyens de mise en rotation autour de leur axe de révolution parallèles à l'axe des portions de tube, on applique sur eux des moyens d'application d'une pression sur au moins une partie des tubes
10 de telle façon que les portions de tubes soient enserrées entre les moyens de mise en rotation et les moyens d'application de la pression, en ce qu'on munit les moyens de pression ou les moyens de mise en rotation d'au moins un outil de réalisation d'empreintes, le ou
15 lesdits outils ayant une direction principale non confondue avec la direction des axes de révolution desdites portions de tube et en ce qu'on applique des moyens pour créer un deuxième mouvement relatif entre la portion de tube et le ou les outils de telle façon qu'il n'y ait
20 sensiblement pas de glissement entre la portion de tube et le ou les outils.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on réalise les empreintes à l'aide d'au moins un outil solidaire des moyens de mise en rotation
25 et en ce qu'on déplace en translation les moyens de mise en rotation.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on réalise les empreintes à l'aide d'au moins un outil solidaire des moyens de pression et en
30 ce qu'on déplace en translation les moyens de mise en rotation.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'en même temps qu'on déforme ladite portion de tube, on chauffe les régions
35 de la portion du tube destinées à être déformées.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'on chauffe lesdites régions de la portion de tube au fur et à mesure qu'on réalise la déformation de la portion de tube.

5 6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'on chauffe lesdites régions de la portion de tube avant et pendant qu'on réalise la déformation de la portion de tube.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce qu'on réalise le déformage et le chauffage des portions de tube dans une
10 ambiance qu'on sature en au moins un composé apte à empêcher la vaporisation des matériaux constituant le tube lorsqu'on chauffe les portions de tube.

15 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'en même temps qu'on déforme les portions de tube on soumet les outils à des vibrations.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'on exerce lesdites vibrations parallèlement
20 à l'axe des portions de tube.

10. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'on exerce lesdites vibrations perpendiculairement à l'axe des portions de tube.

25 11. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'on exerce lesdites vibrations selon plusieurs directions à la fois.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 11, caractérisé en ce qu'on réalise la
30 déformation de la portion de tube à l'aide d'au moins un outil de forme allongée disposé perpendiculairement à l'axe de la portion de tube sur les moyens d'application de pression.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'on réalise la
35 déformation à l'aide d'au moins un outil de forme allongée

disposé obliquement par rapport à l'axe de la portion de tube sur les moyens d'application de pression.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 11, caractérisé en ce qu'on réalise la
5 déformation de la portion de tube à l'aide de poinçons disposés sur les moyens d'application de pression afin de réaliser des empreintes localisées dans la portion de tube.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 et 13, caractérisé en ce qu'on obtient
10 l'empreinte finale en faisant agir successivement plusieurs outils aptes à réaliser des empreintes d'importance croissante.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 et 13, caractérisé en ce qu'on utilise
15 plusieurs séries d'outils, chaque série d'outils réalisant une partie des empreintes.

17. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il
20 comprend une pluralité de rouleaux d'entraînement des portions de tube, dont les axes sont tous dans un plan horizontal, des moyens de mise en rotation des rouleaux autour de leurs axes et de déplacement en translation
desdits rouleaux dans ledit plan horizontal, un plateau
25 horizontal lisse muni de moyens pour appliquer celui-ci sur lesdites portions de tube et des outils annulaires en forme de bagues montés sur lesdits rouleaux.

18. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il
30 comprend une pluralité de rouleaux d'entraînement des portions de tube, dont les axes sont tous dans un plan horizontal, des moyens de mise en rotation des rouleaux autour de leurs axes et de déplacement en translation
desdits rouleaux dans ledit plan horizontal, un plateau
35 horizontal muni de moyens pour appliquer celui-ci sur lesdites portions de tube, et des outils montés sur la

face dudit plateau tournée vers lesdites portions de tube, lesdits rouleaux d'entraînement étant lisses.

19. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce
5 qu'il comprend deux rouleaux d'entraînement munis de moyens d'entraînement en rotation autour de leurs axes et aptes à recevoir une portion de tube, un troisième rouleau portant des outils annulaires en forme de bagues montés sur ledit troisième rouleau dont l'axe est paral-
10 lèle à celui des deux premiers rouleaux, des moyens pour appliquer ledit troisième rouleau sur ladite portion de tube et pour permettre la rotation dudit troisième rouleau autour de son axe.

20. Dispositif selon la revendication 19, caracté-
15 térérisé en ce que les trois rouleaux sont identiques et portent tous les trois des outils annulaires, chaque plan perpendiculaire aux axes des rouleaux et contenant un outil d'un rouleau, contenant également un outil monté sur les deux autres rouleaux.

20 21. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que lesdits outils consistent en des tiges, tubes ou baguettes disposés perpendiculairement à l'axe des portions de tube.

22. Dispositif selon la revendication 18,
25 caractérisé en ce que lesdits outils consistent en des tiges, tubes ou baguettes disposés obliquement par rapport à l'axe des portions de tube.

23. Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en ce que ledit plateau comporte plusieurs
30 séries d'outils décalées, chaque série d'outils étant apte à réaliser une partie des empreintes.

24. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 21 et 22, caractérisé en ce que chaque outil a une section qui va en croissant pour réaliser
35 progressivement la taille d'empreinte voulue.

25. Dispositif selon l'une quelconque des

revendications 19 et 20, caractérisé en ce que ledit troisième rouleau comporte des moyens de mise en vibration.

26. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 18, 21, 22, 23 et 24, caractérisé en ce que le plateau est muni de moyens de mise en vibration dudit plateau dans un plan horizontal.

27. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 18, 21, 22, 23 et 24, caractérisé en ce que le plateau comprend des moyens de mise en vibration dudit plateau selon une direction verticale.

28. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 17 à 27, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de chauffage des zones de portions de tube où l'on veut réaliser les empreintes.

29. Dispositif selon la revendication 28, caractérisé en ce que les outils sont eux-mêmes chauffants.

30. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 28 et 29, caractérisé en ce que l'ensemble du dispositif est placé dans une enceinte comportant des moyens pour faire régner dans ladite enceinte une ambiance gazeuse apte à empêcher la vaporisation des constituants des portions de tube lors du chauffage.

31. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 21 et 22, caractérisé en ce que chaque outil est lui-même chauffant, en ce que chaque outil a une hauteur selon la direction verticale qui va en croissant puis en décroissant selon le sens de déplacement en translation des portions de tube, de telle façon que seule la partie médiane de l'outil qui a la hauteur la plus importante soit apte à réaliser une empreinte.

32. Tube en céramique poreuse perméable, caractérisé en ce qu'il a une forme générale cylindrique et en ce qu'il est muni d'empreintes faisant saillie à l'intérieur dudit tube, lesdites empreintes étant annulaires.

33. Tube en céramique poreuse perméable, caractérisé en ce qu'il a une forme générale cylindrique et en ce qu'il est muni d'empreintes faisant saillie à l'intérieur dudit tube, lesdites empreintes ayant la
5 forme d'une hélice.

34. Tube en céramique poreuse perméable, caractérisé en ce qu'il a une forme générale cylindrique et en ce qu'il est muni d'empreintes faisant saillie à l'intérieur dudit tube, lesdites empreintes ayant la
10 forme de portions d'hélice séparées les unes des autres.

35. Tube en céramique poreuse perméable, caractérisé en ce qu'il a une forme générale cylindrique et en ce qu'il est muni d'empreintes localisées ponctuelles faisant saillie à l'intérieur dudit tube.

FIG. 1

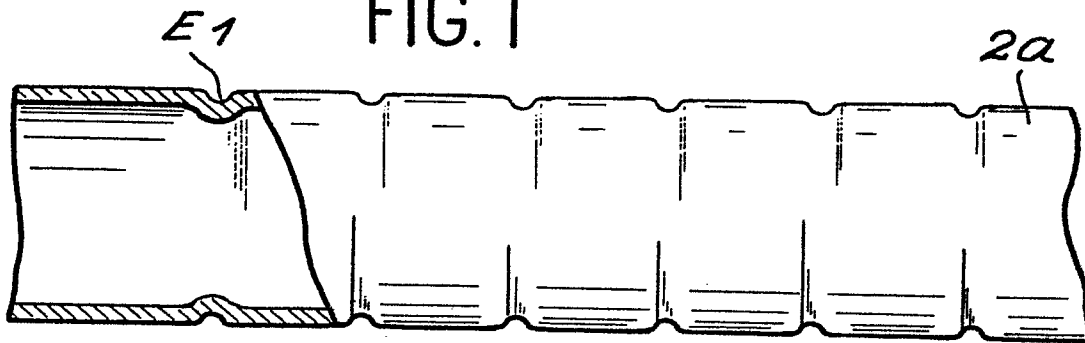


FIG. 2

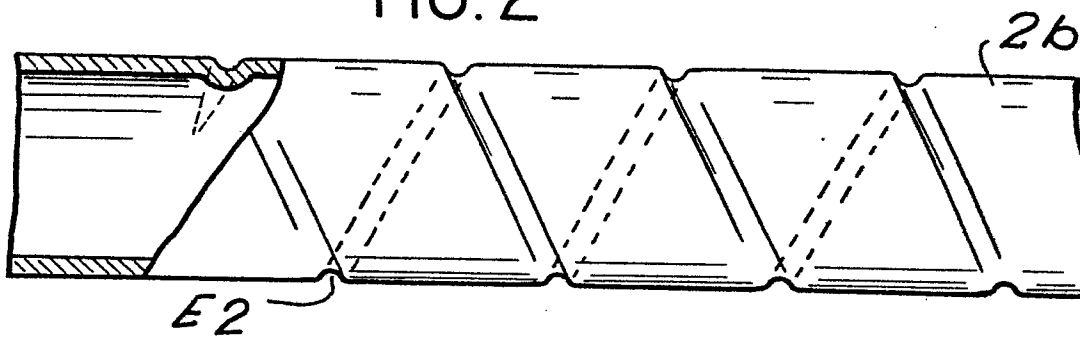


FIG. 3

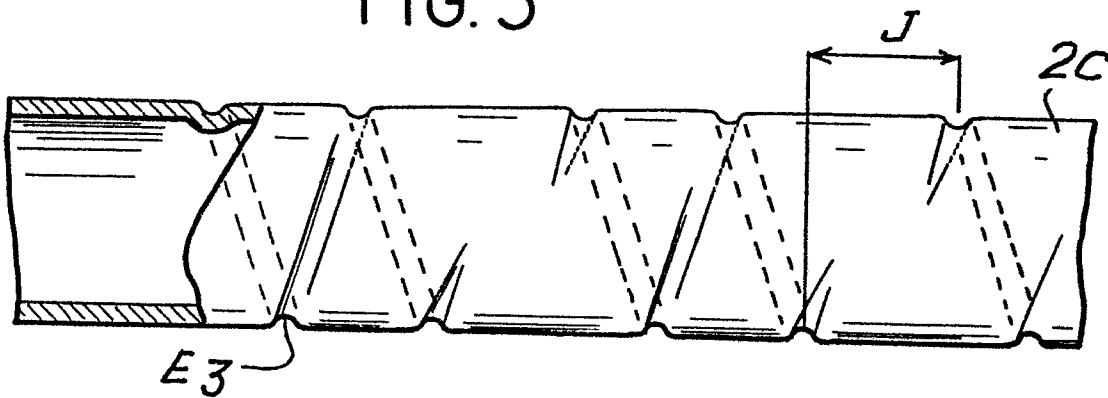
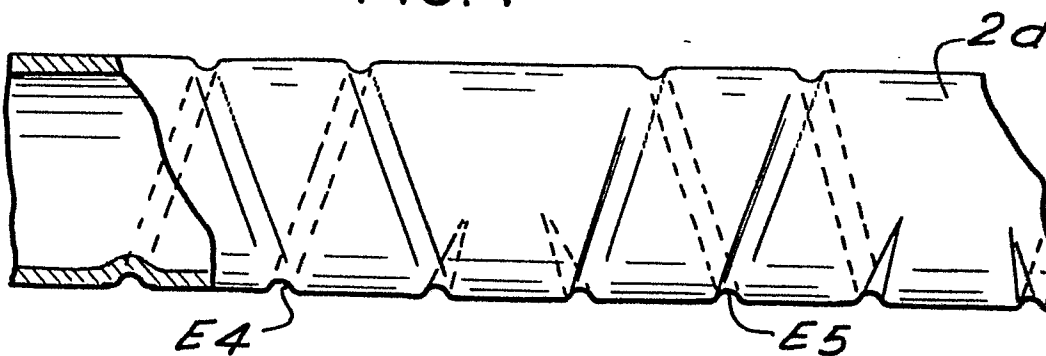


FIG. 4



2/6

FIG. 5

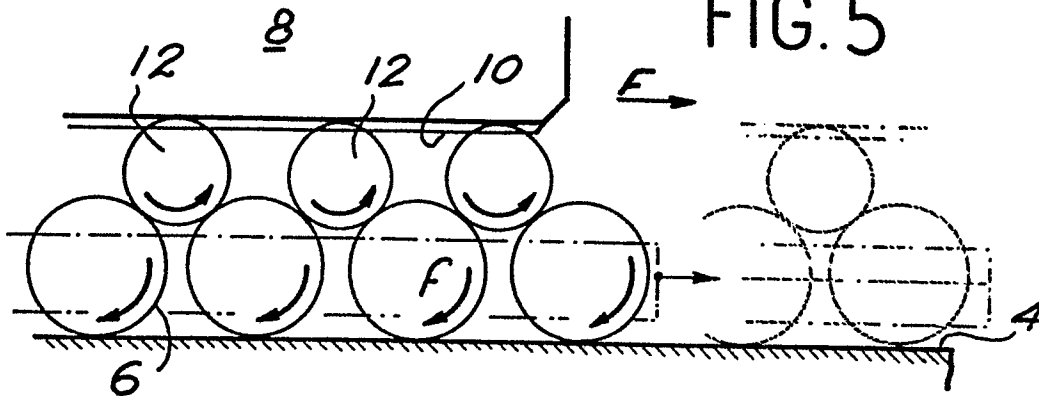


FIG. 6a

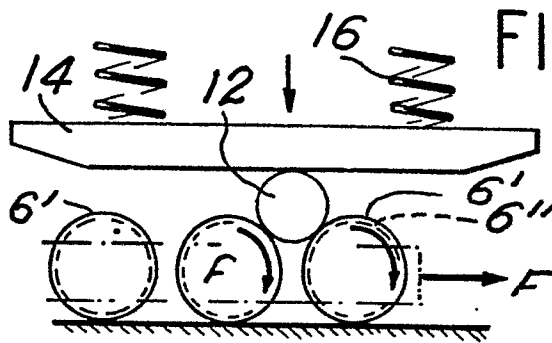


FIG. 6b

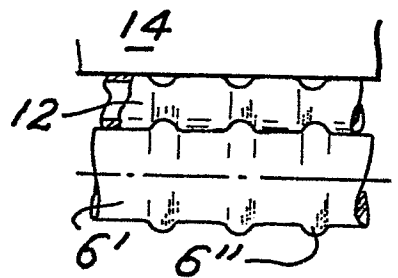


FIG. 7a

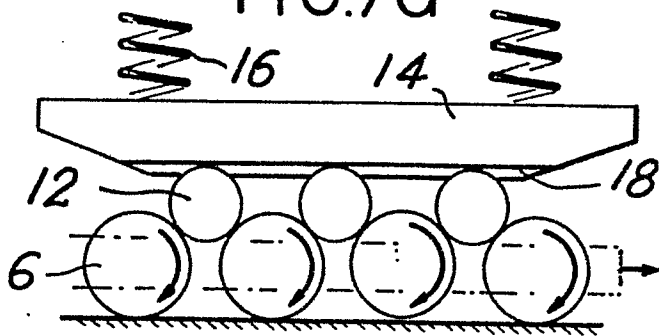


FIG. 7b

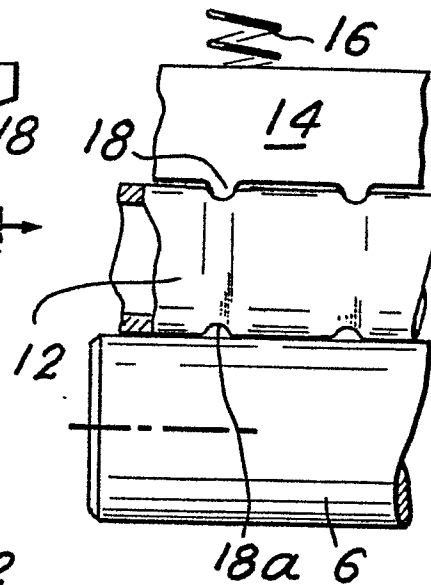
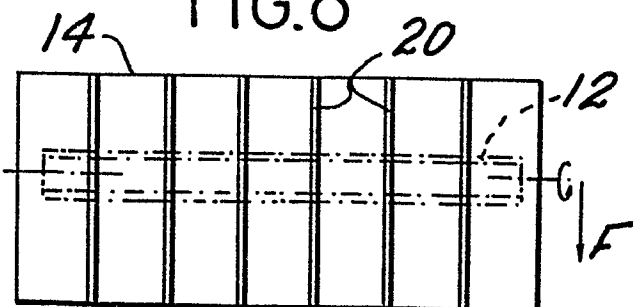


FIG. 8



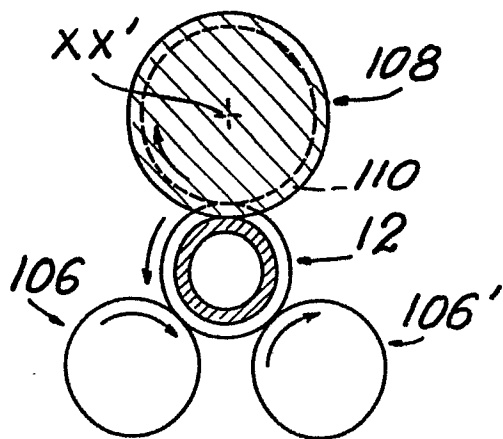


FIG. 6'a

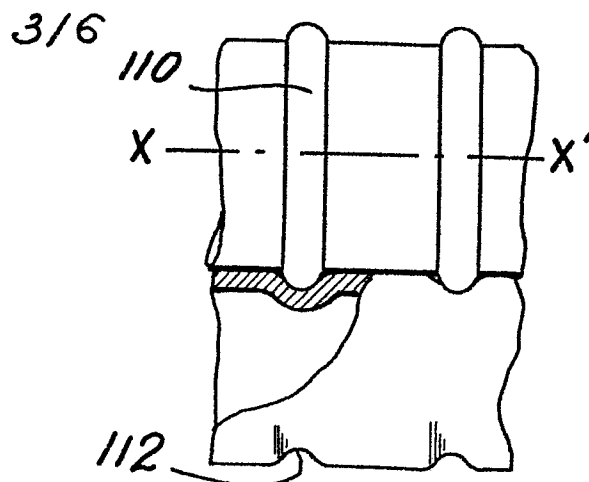


FIG. 6'b

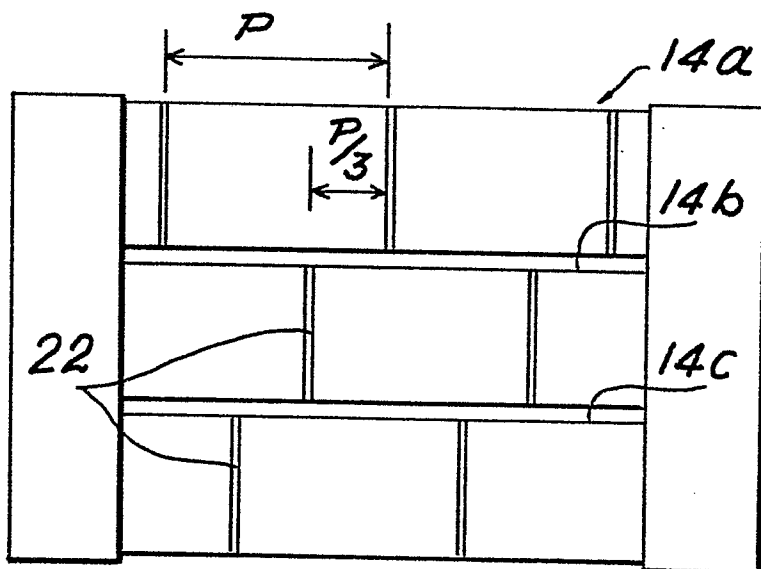


FIG. 9

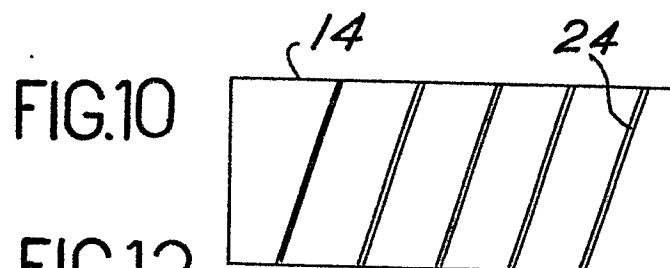


FIG. 10

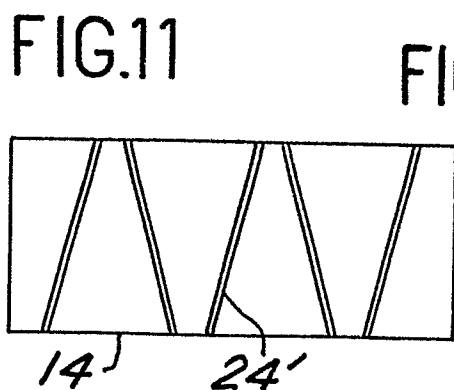


FIG. 11

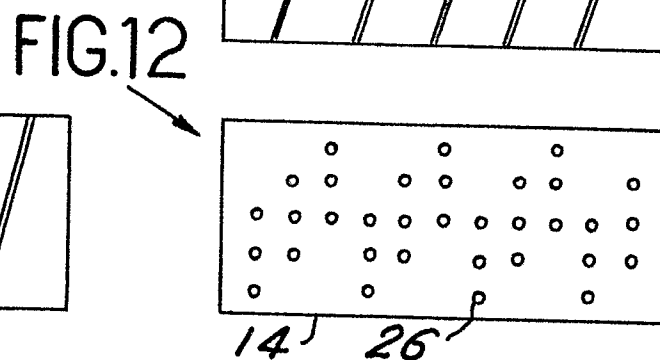
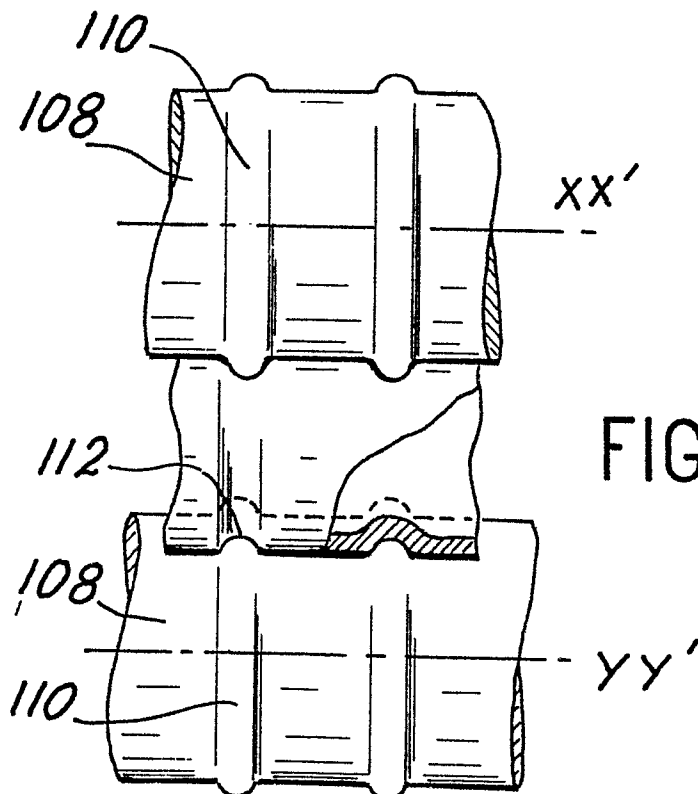
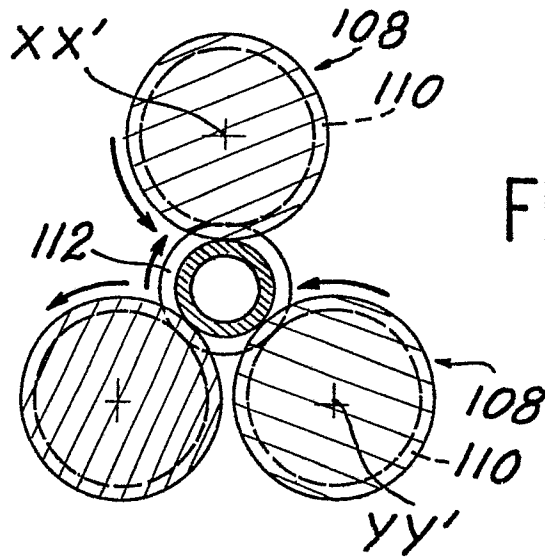


FIG. 12



5/6

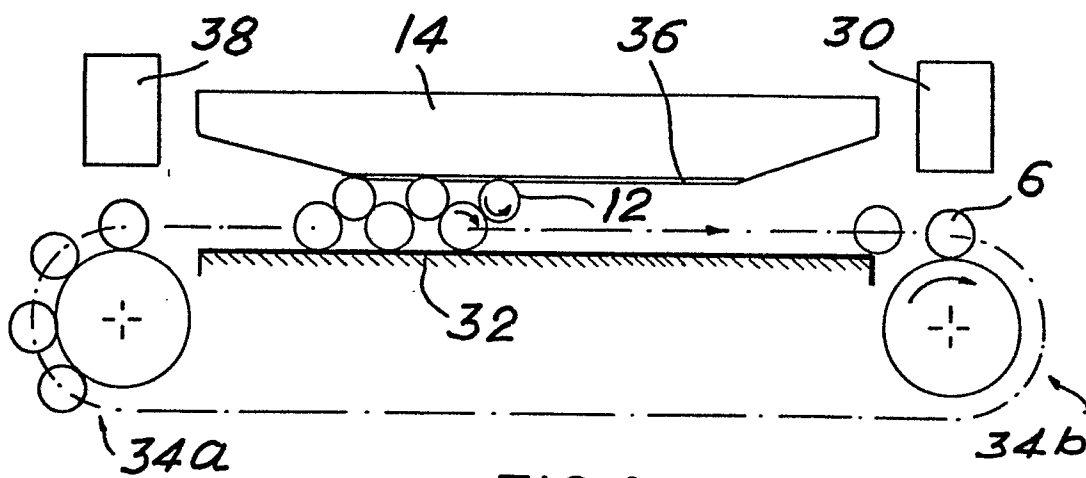


FIG. 13

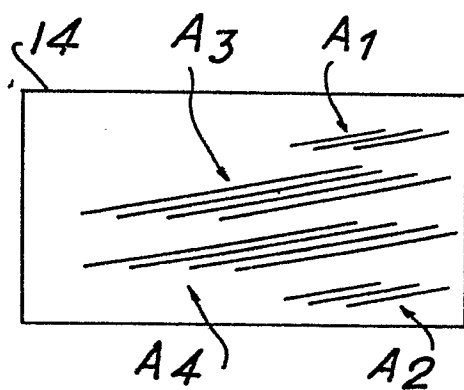


FIG. 14

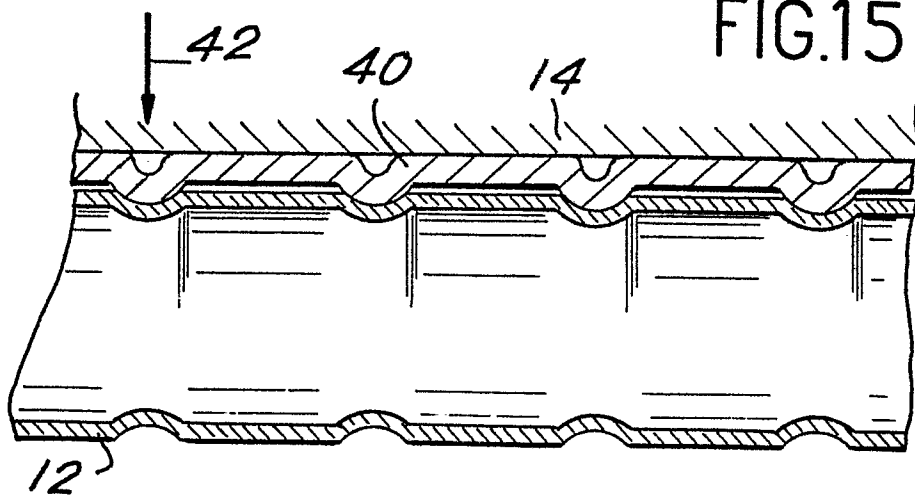
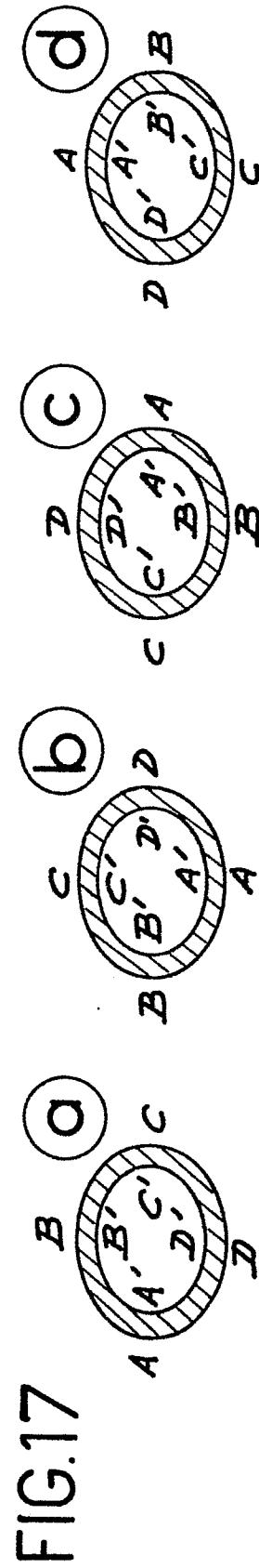
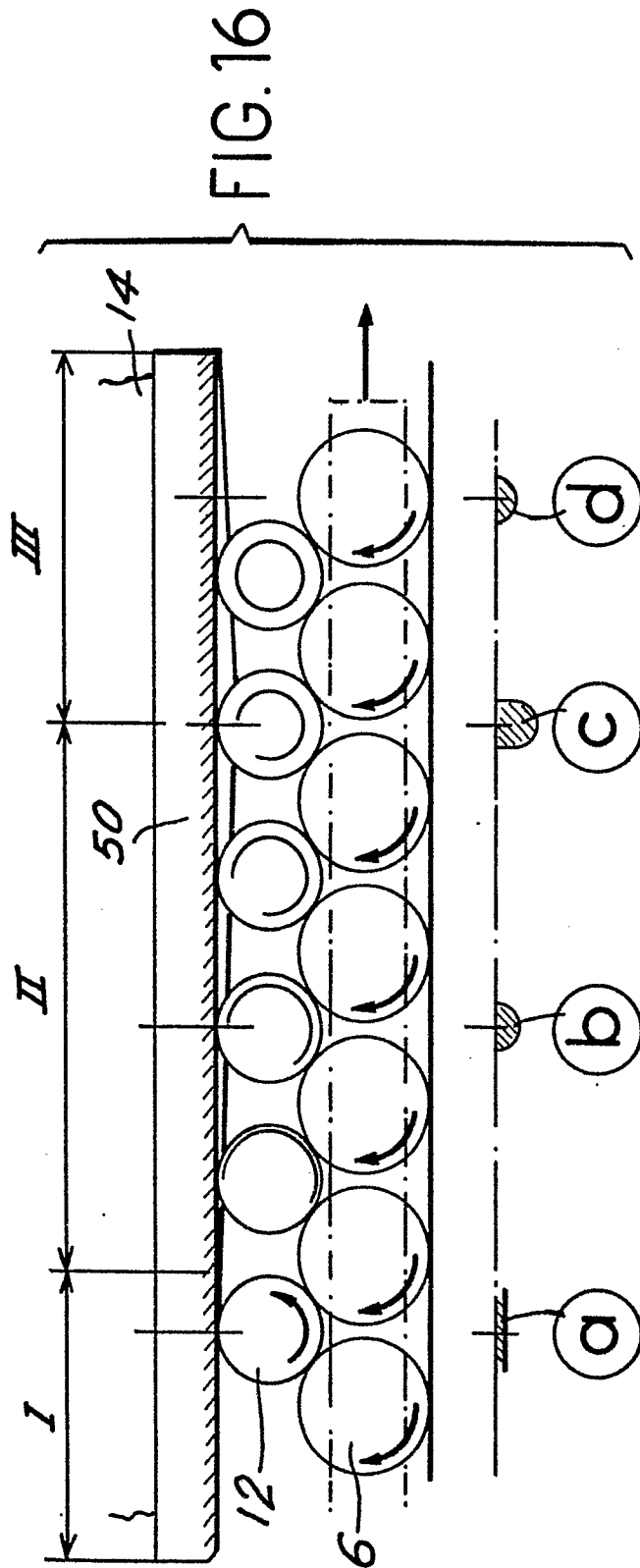


FIG. 15

6 / 6





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0107747

Numéro de la demande

EP 82 40 1268

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. 3)
E	FR-A-2 503 615 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) * En entier *	1-35	B 28 B 21/98
X	FR-A-2 073 777 (FUJI PHOTO FILM) * En entier *	1-3, 13, 33	
A	FR-A- 759 777 (FUHRMANN) * En entier *	1, 19-21, 32, 33	
A	FR-A-1 150 246 (COUELLE) * En entier *	1, 32	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			B 28 B B 29 C
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19-01-1984	Examineur BOLLEN J.A.G.
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	