



SPF ECONOMIE, P.M.E.,

CLASSES MOYENNES & ENERGIE

NUMERO DE PUBLICATION : 1014914A5

NUMERO DE DEPOT : 2001/0680

Classif. Internat. : E21B

Date de délivrance le : 01 Juin 2004

**Le Ministre de l'Economie,**

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété intellectuelle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 22 Octobre 2001 à 10H00 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

**ARRETE :**

ARTICLE 1.- Il est délivré à : SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORPORATION  
300 Schlumberger Drive, SUGAR LAND TEXAS 77478(ETATS-UNIS D'AMERIQUE)

représenté(e)s par : ADYNS Gilbert, OFFICE KIRKPATRICK S.A., Avenue Wolfers 32 -  
B 1310 LA HULPE.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : TUBE EXTENSIBLE ET PROCEDE.

INVENTEUR(S) : McD. Schetky L., 318 Molyneaux Road, Camden, Maine 04843 (US); Johnson Craig D., 331 Wedgewood Drive, Montgomery, Texas 77356 (US); Hackworth Matthew R., 3702 Paigewood Drive, Pearland, Texas 77584 (US); Bixenman Patrick W., 1745 Banks Street, Houston, Texas 77098 (US)

PRIORITE(S) 20.10.00 US USA60242276 24.01.01 US USA60263941

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Pour expédition certifiée conforme

Bruxelles, le 01 Juin 2004  
PAR DELEGATION SPECIALE :

BAILLEUX G.  
Conseiller adjoint

BAILLEUX G.  
Conseiller adjoint

Tube extensible et procédé.

Référence croisée à des applications apparentées.

Le texte suivant est basé sur le numéro de  
5 demande provisoire 60/242 276 déposée le 20 octobre 2000  
et sur le numéro de demande provisoire 60/263 941  
déposée le 24 janvier 2001 et en revendique la priorité.  
Domaine de l'invention.

La présente invention concerne un équipement  
10 qui peut être utilisé dans le forage et le parachèvement  
de puits de forage dans une formation souterraine et  
dans la production de fluides à partir de ces puits.

Arrière-plan de l'invention.

Des fluides tels que le pétrole, le gaz  
15 naturel et l'eau sont tirés d'une formation géologique  
souterraine (un "réservoir") en forant un puits qui  
pénètre dans la formation contenant le fluide. Une fois  
que le puits a été foré sur une certaine profondeur, la  
paroi du trou de forage doit être soutenue pour empêcher  
20 un affaissement. Des procédés de forage de puits  
classiques impliquent l'installation d'un train de tubes  
de cuvelage et une cimentation entre le cuvelage et le  
trou de forage pour assurer un support à la structure du  
trou de forage. Après cimentation d'un train de tubes de  
25 cuvelage en place, le forage sur de plus grandes  
profondeurs peut commencer. Après que chaque train de  
tubes de cuvelage ultérieur a été installé, le foret  
suivant doit passer à travers le diamètre interne du  
cuvelage. De cette manière, chaque changement de  
30 cuvelage requiert une réduction du diamètre du trou de  
forage. Cette réduction répétée du diamètre du trou de

forage crée un besoin de très grands diamètres initiaux du trou de forage pour permettre un diamètre de tube raisonnable à la profondeur à laquelle le puits de forage pénètre dans la formation de production. La  
5 nécessité de plus grands trous de forage et de multiples trains de tubes de cuvelage entraîne l'usage de plus de temps, de matériaux et de frais que si un trou de forage de taille uniforme pouvait être foré de la surface à la formation productrice.

10 Divers procédés ont été développés pour stabiliser ou parachever des trous de forage non cuvelés. Le brevet U.S. n° 5 348 095 délivré à Worrall et coll. décrit un procédé impliquant l'extension radiale d'un train de tubes de cuvelage dans une  
15 configuration avec un grand diamètre. Des forces très importantes sont nécessaires pour communiquer la déformation radiale souhaitée dans ce procédé. Dans un effort pour augmenter les forces nécessaires pour déployer le train de tubes de cuvelage, des procédés qui  
20 impliquent l'extension d'un tubage perdu qui présente des fentes longitudinales découpées ont été proposés (brevets U.S. n° 5 366 012 et 5 667 011). Ces procédés impliquent la déformation radiale du tubage perdu rainuré dans une configuration avec un diamètre plus  
25 important en faisant passer le mandrin d'extension à travers le tubage perdu rainuré. Ces procédés requièrent encore l'application de quantités importantes de force sur toute la longueur du tubage perdu rainuré.

30 Un problème que l'on rencontre quelquefois en forant un puits est la perte de fluides de forage dans les zones souterraines. La perte de fluides de forage

mène habituellement à une augmentation des frais, mais peut entraîner un affaissement du trou de forage et un travail de "repêchage" coûteux pour récupérer le train de forage ou d'autres outils qui se trouvaient dans le

5 puits. Divers additifs sont couramment utilisés dans les fluides de forage pour aider à sceller les pertes de zones de circulation, tels que des coques de semences de coton ou des fibres synthétiques.

Une fois qu'un puits est mis en production, un

10 influx de sable provenant de la formation de production peut mener à un remplissage non souhaité dans le puits de forage et peut endommager des vannes et d'autres équipements appartenant à la production. De nombreux procédés ont été tentés pour contrôler le sable.

15 La présente invention vise à pallier ou au moins à réduire les effets d'un ou plusieurs des problèmes mentionnés ci-dessus et peut être utilisable dans d'autres applications également.

#### Résumé de l'invention.

20 Selon l'invention, une technique est offerte pour l'usage d'un dispositif bistable extensible dans un trou de forage. Le dispositif bistable est stable dans une première configuration contractée et dans une

25 seconde configuration déployée. Un exemple de dispositif est généralement tubulaire avec un diamètre plus grand en configuration déployée qu'en configuration contractée. La technique peut également utiliser un mécanisme de transport qui est à même de transporter le

30 dispositif bistable à un emplacement du trou de forage souterrain. En outre, le dispositif bistable peut être

construit en diverses configurations pour une variété d'applications.

Brève description des dessins.

L'invention sera ci-après décrite en se référant aux dessins ci-annexés, dans lesquels des notations de référence analogues désignent des éléments similaires et dans lesquels :

les Fig. 1A et 1B sont des illustrations des forces imposées pour constituer une structure bistable,

les Fig. 2A et 2B représentent des courbes de déviation de force de deux structures bistables,

les Fig. 3A-3F illustrent des états déployés et affaissés de trois cellules bistables avec divers rapports d'épaisseur,

les Fig. 4A et 4B illustrent un tube extensible bistable dans ses états déployé et affaissé,

les Fig. 4C et 4D illustrent un tube extensible bistable dans ses états affaissé et déployé à l'intérieur d'un trou de forage,

les Fig. 5A et 5B illustrent un type de dispositif de déploiement à garniture extensible,

les Fig. 6A et 6B illustrent un type de dispositif de déploiement à garniture mécanique,

les Fig. 7A-7D illustrent un type de dispositif de déploiement à estampe extensible,

les Fig. 8A-8D illustrent un type de dispositif de déploiement à piston,

les Fig. 9A et 9B illustrent un type de dispositif de déploiement à obturateur,

les Fig. 10A et 10B illustrent un type de dispositif de déploiement à bille,

la Fig. 11 est un schéma d'un trou de forage utilisant un tube bistable extensible,

la Fig. 12 illustre un dispositif de déploiement à galet radial entraîné par un moteur,

5 la Fig. 13 illustre un dispositif de déploiement à galet radial entraîné par voie hydraulique,

la Fig. 14 illustre un tube extensible bistable présentant un enveloppement,

10 la Fig. 14A est une vue similaire à la Fig. 14, dans laquelle l'enveloppement comprend un écran,

la Fig. 14B est une vue similaire à la Fig. 14 montrant une autre forme de réalisation,

15 la Fig. 14C est une vue similaire à la Fig. 14 présentant une autre forme de réalisation encore,

la Fig. 14D est une vue similaire à la Fig. 14 représentant une autre forme de réalisation,

20 la Fig. 14E est une vue similaire à la Fig. 14 représentant une autre forme de réalisation,

la Fig. 15 est une vue en perspective d'une autre forme de réalisation de l'invention,

la Fig. 15A est une vue en coupe transversale d'une autre forme de réalisation de l'invention,

25 la Fig. 16 est une vue en perspective partielle d'une autre forme de réalisation de l'invention,

30 les Fig. 17A-B sont une vue en perspective partielle et une vue d'extrémité en coupe transversale partielle, respectivement, d'une autre forme de réalisation de l'invention, et

la Fig. 18 est une vue d'extrémité en coupe transversale partielle d'une autre forme de réalisation de l'invention.

Bien que l'invention soit sujette à diverses  
5 variantes et formes alternatives, des formes de réalisation spécifiques ont été illustrées à titre d'exemples dans les dessins et seront à présent décrites en détail. Cependant, il est bien entendu que la description dans la demande de formes de réalisation  
10 spécifiques n'est pas censée limiter l'invention aux formes particulières décrites, mais, au contraire, l'intention est de couvrir toutes les variantes, tous les équivalents et toutes les alternatives entrant dans le cadre et l'esprit de l'invention tels que définis par  
15 les revendications ci-annexées.

Description détaillée d'exemples de formes de réalisation.

Des dispositifs bistables utilisés dans l'invention peuvent tirer avantage d'un principe  
20 illustré dans les Fig. 1A et 1B. La Fig. 1A représente une tige 10 fixée à chaque extrémité à des supports rigides 12. Si la tige 10 est soumise à une force axiale, elle commence à se déformer comme montré dans la Fig. 1B. Lorsque la force axiale est augmentée, la tige  
25 10 atteint finalement sa limite de flambage d'Euler et se déforme dans l'une des deux positions stables désignées par les notations 14 et 15. Si la tige flambée est à présent bloquée dans la position flambée, une force à angles droits avec l'axe long peut amener la  
30 tige à se déplacer vers l'une des positions stables, mais pas dans l'autre position. Lorsque la tige est

soumise à une force latérale, elle doit se déplacer d'un angle  $\beta$  avant de se déformer dans sa nouvelle position stable.

Les systèmes bistables sont caractérisés par  
5 une courbe de déviation de force telle que celle illustrée dans les Fig. 2A et 2B. La force 16 appliquée de l'extérieur amène la tige 10 de la Fig. 1B à se déplacer dans la direction X et atteint un maximum 18 au début du déplacement d'une configuration stable à  
10 l'autre. En outre, la déviation requiert moins de force du fait que le système a à présent un taux élastique négatif et que, lorsque la force devient nulle, la déviation vers la seconde position stable est spontanée.

La courbe de déviation de force de cet exemple  
15 est symétrique et est illustrée dans la Fig. 2A. En introduisant une pré-courbure dans la tige ou une section transversale asymétrique, la courbe de déviation de force peut être rendue asymétrique comme montré dans la Fig. 2B. Dans ce système, la force 19 requise pour  
20 amener la tige à assumer une position stable est supérieure à la force 20 requise pour provoquer la déformation inverse. La force 20 doit être supérieure à zéro pour que le système ait des caractéristiques bistables.

25 Les structures bistables, quelquefois dénommées dispositifs à articulation, ont été utilisées dans l'industrie pour des dispositifs tels que des disques flexibles, des pinces à détente brusque, des dispositifs de retenue et des systèmes à libération  
30 rapide pour des câbles de tension (comme dans des galhaubans d'haubanage de bateaux à voile).

Au lieu d'utiliser les supports rigides comme montré dans les Fig. 1A et 1B, on peut construire une cellule dans laquelle la retenue est conférée par des étais incurvés raccordés à chaque extrémité comme montré dans les Fig. 3A-3F. Si les deux étais 21 et 22 ont la même épaisseur que celle illustrée dans les Fig. 3A et 3B, la courbe de déviation de force est linéaire et la cellule s'allonge lorsqu'elle est comprimée de sa position ouverte de la Fig. 3B à sa position fermée de la Fig. 3A. Si les étais de la cellule ont différentes épaisseurs, comme montré dans les Fig. 3C-3F, la cellule a les caractéristiques de déviation de force illustrées dans la Fig. 2B et ne change pas de longueur lorsqu'elle se déplace entre ses deux positions stables. Un tube bistable extensible peut donc être conçu de telle sorte que, lorsque la dimension radiale se déploie, la longueur axiale reste constante. Dans un exemple, si le rapport d'épaisseurs est de plus d'environ 2:1, l'étau le plus lourd résiste aux changements longitudinaux. En modifiant le rapport des dimensions des étais épais aux étais minces, les forces d'ouverture et de fermeture peuvent être modifiées. Par exemple, les Fig. 3C et 3D illustrent un rapport d'épaisseur d'environ 3:1 et les Fig. 3E et 3F illustrent un rapport d'épaisseur d'environ 6:1.

Un tube bistable extensible pour trous de forage, tel qu'un cuvelage, une pastille ou un tuyau, peut être aménagé avec une série de cellules raccordées bistables périphériques 23, comme montré dans les Fig. 4A et 4B, où chaque étau mince 21 est raccordé à un étau épais 22. La flexibilité longitudinale de ce tube

peut être modifiée en changeant la longueur des cellules et en raccordant chaque rangée de cellules par une liaison appropriée. Par ailleurs, les caractéristiques de déviation de force et la flexibilité longitudinale peuvent également être modifiées par le modèle de la forme cellulaire. La Fig. 4A illustre un tube bistable extensible 24 en configuration déployée, tandis que la Fig. 4B illustre le tube bistable extensible 24 en position contractée ou affaissée. Dans la présente demande, le terme "affaissé" est utilisé pour identifier la configuration de l'élément ou du dispositif bistable à l'état stable avec son diamètre le plus faible, cela ne signifie pas nécessairement que l'élément ou le dispositif soit endommagé en aucune manière. A l'état affaissé, le tube bistable 24 est aisément introduit dans un trou de forage 29, comme illustré dans la Fig. 4C. Par mise en place du tube bistable 24 dans un emplacement souhaité du trou de forage, il se déploie comme illustré dans la Fig. 4D.

La géométrie des cellules bistables est telle que la section transversale du tube peut être déployée dans la direction radiale pour augmenter le diamètre global du tube. Au fur et à mesure que le tube se déploie radialement, les cellules bistables se déforment élastiquement jusqu'à ce qu'une géométrie spécifique soit atteinte. A ce stade, les cellules bistables se déplacent, par exemple de façon instantanée, jusqu'à une géométrie déployée finale. Avec certains matériaux et/ou des modèles de cellules bistables, une quantité suffisante d'énergie peut être libérée lors de la déformation élastique de la cellule (lorsque chaque

cellule bistable se déplace instantanément au-delà de la géométrie spécifique) pour que les cellules déployées puissent amorcer le déploiement de cellules bistables adjacentes au-delà de la géométrie critique des cellules  
5 bistables. En fonction des courbes de déviation, une partie ou même la totalité de la longueur du tube bistable extensible peut être déployée à partir d'un seul point.

De la même manière, si des forces de  
10 compression radiales sont exercées sur le tube bistable déployé, il se contracte radialement et les cellules bistables se déforment de manière élastique jusqu'à ce qu'une géométrie critique soit atteinte. A ce stade, les cellules bistables passent brusquement à une structure  
15 finale affaissée. De cette manière, le déploiement du tube bistable est réversible et répétitif. En conséquence, le tube bistable peut être un outil réutilisable qui est sélectivement modifié entre l'état déployé comme montré dans la Fig. 4A et l'état affaissé  
20 comme montré dans la Fig. 4B.

A l'état affaissé, comme dans la Fig. 4B, le tube bistable extensible est aisément inséré dans le trou de forage et mis en place. Un dispositif de déploiement est alors utilisé pour modifier la  
25 configuration entre l'état affaissé et l'état déployé.

Dans l'état déployé, comme dans la Fig. 4A, le réglage conceptuel des propriétés élastiques du matériau de chaque cellule bistable peut être tel qu'une force radiale constante puisse être appliquée par la paroi du  
30 tube à la surface du trou de forage qui la comprime. Les propriétés du matériau et la forme géométrique des

cellules bistables peuvent être conçues pour donner certains résultats souhaités.

Un exemple de structuration pour certains résultats souhaités est un train de tubes bistables extensibles de plus d'un diamètre sur la longueur du train. Cela peut être utile dans des trous de forage ayant des diamètres variables, qu'ils soient conçus de cette manière ou à la suite d'incidents non planifiés tels que des affouillements de la formation ou des rainures dans le trou de forage.

Cela peut également être bénéfique lorsqu'on souhaite avoir une partie du dispositif bistable extensible situé à l'intérieur d'une section cuvelée du puits, tandis qu'une autre partie est située dans une section non cuvelée de celui-ci. La Fig. 11 illustre un exemple de cette situation. Un trou de forage 40 est foré depuis la surface 42 et comprend une section cuvelée 44 et une section ouverte 46. Un dispositif bistable extensible 48 ayant des segments 50, 52 avec divers diamètres est placé dans le puits. Le segment de plus grand diamètre 50 est utilisé pour stabiliser la section ouverte 46 du puits, tandis que le segment de diamètre réduit 52 est situé à l'intérieur de la section cuvelée 44 du puits.

Des collets ou connecteurs bistables 24A (se référer à la Fig. 4C) peuvent être conçus pour permettre de joindre l'une à l'autre des sections du tube bistable extensible pour former un train de longueurs utiles en utilisant le même principe que celui illustré dans les Fig. 4A et 4B. Ce connecteur bistable 24A contient également un modèle de cellule bistable qui lui permet

de se déployer radialement en utilisant le même mécanisme que pour le composant tubulaire extensible bistable. Des exemples de connecteurs bistables ont un diamètre légèrement plus grand que celui des sections de tube extensibles qui sont jointes. Le connecteur 5 bistable est ensuite placé sur les extrémités des deux sections et fixé mécaniquement aux sections de tube extensibles. Des éléments de fixation mécaniques tels que des vis, des rivets ou des bandes peuvent être 10 utilisés pour raccorder le connecteur aux sections de tube. Le connecteur bistable est typiquement conçu pour avoir un taux d'extension qui est compatible avec les sections de tube extensibles de telle sorte qu'il continue à raccorder les deux sections après l'extension 15 des deux segments et du connecteur.

En variante, le connecteur bistable peut avoir un diamètre plus petit que celui des deux sections de tube extensibles jointes. Le connecteur est ensuite inséré à l'intérieur de l'extrémité des tubes et 20 mécaniquement fixé comme discuté ci-dessus. Une autre forme de réalisation impliquerait l'usinage des extrémités des sections de tube sur leurs surfaces internes ou externes pour former un évidement annulaire dans lequel le connecteur est disposé. Le connecteur 25 conçu pour s'ajuster dans l'évidement est placé dans celui-ci. Le connecteur serait alors mécaniquement fixé aux extrémités comme décrit ci-dessus. De cette manière, le connecteur forme une connexion de type relativement de niveau avec les sections de tube.

30 Un dispositif de transport 31 transporte les longueurs de tube extensibles bistables et les

connecteurs bistables dans le trou de forage et dans la position correcte. (se référer aux Fig. 4C et 4D). Le dispositif de transport peut utiliser un ou plusieurs mécanismes tels qu'un câble métallique, un tubage  
5 hélicoïdal, un tubage hélicoïdal avec un conducteur métallique, un tube, un tubage ou un cuvelage de forage.

Un dispositif de déploiement 33 peut être incorporé à l'ensemble de trou inférieur pour déployer le tube extensible bistable et les connecteurs. (se  
10 référer aux Fig. 4C et 4D). Les dispositifs de déploiement peuvent être de nombreux types, tels qu'un élément de garniture gonflable, un élément de garniture mécanique, une estampe extensible, un appareil à piston, un actionneur mécanique, un solénoïde électrique, un  
15 appareil du type à obturateur, par exemple un dispositif de forme conique tiré ou poussé à travers le tubage, un appareil du type à bille ou un extenseur de type rotatif, comme on en discutera plus en détail ci-dessous.

20 Un élément de garniture gonflable est représenté dans les Fig. 5A et 5B et constitue un dispositif avec une vessie, un élément ou un soufflet gonflables incorporés à l'ensemble de trou inférieur du système tubulaire bistable extensible. Dans  
25 l'illustration de la Fig. 5A, l'élément de garniture gonflable 25 est disposé sur la longueur entière ou une partie du tube bistable initial à l'état affaissé 24 et n'importe quel connecteur extensible bistable (non représenté). Une fois que le système tubulaire  
30 extensible bistable se trouve à la profondeur de déploiement correcte, l'élément de garniture gonflable

25 est déployé radialement par pompage de fluide dans le dispositif, comme montré dans la Fig. 5B. Le fluide de gonflage peut être pompé depuis la surface par un tubage ou un tube de forage, un pompe mécanique ou via une  
5 pompe électrique descendante qui est actionnée via un câble métallique. Lorsque l'élément de garniture gonflable 25 s'étend, il force le tube extensible bistable 24 à se déployer également radialement. A un certain diamètre de déploiement, l'élément de garniture  
10 gonflable amène les cellules bistables du tube à atteindre une géométrie critique où l'effet de "mouvement instantané" bistable est amorcé, et le système tubulaire extensible bistable s'étend jusqu'à son diamètre final. Enfin, l'élément de garniture gonflable 25 est dégonflé  
15 et retiré du tube extensible bistable déployé 24.

Un élément de garniture mécanique est représenté dans les Fig. 6A et 6B et est constitué d'un dispositif avec un élément de plastique déformable 26 qui s'étend radialement lorsqu'il est comprimé dans la  
20 direction axiale. La force permettant de comprimer l'élément peut être fournie par un mécanisme de compression 27, tel qu'un mécanisme à vis, une came ou un piston hydraulique. L'élément de garniture mécanique déplie les tubes extensibles bistables et les  
25 connecteurs de la même manière que l'élément de garniture gonflable. L'élément de plastique déformable 26 applique une force radiale vers l'extérieur sur la circonférence interne des tubes extensibles bistables et des connecteurs, ce qui leur permet à leur tour de se  
30 déployer d'un diamètre de position contractée (se

référer à la Fig. 6A) à un diamètre de déploiement final (se référer à la Fig. 6B).

Une estampe extensible est représentée dans les Fig. 7A-7D et comprend une série de doigts 28 qui sont agencés radialement autour d'un mandrin conique 30. Les Fig. 7A et 7C représentent des vues latérale et supérieure, respectivement. Lorsque le mandrin 30 est poussé ou tiré par les doigts 28, ceux-ci se déploient radialement vers l'extérieur, comme illustré dans les Fig. 7B et 7D. Une estampe extensible est utilisée de la même manière qu'un élément de garniture mécanique pour déployer un tube et un connecteur extensible bistable.

Un appareil du type à piston est représenté dans les Fig. 8A-8D et comprend une série de pistons 32 se faisant face radialement vers l'extérieur et utilisé comme mécanisme pour déployer les tubes et connecteurs extensibles bistables. Lorsqu'ils sont excités, les pistons 32 appliquent une force dirigée radialement pour déployer l'ensemble de tube extensible bistable comme pour l'élément de garniture gonflable. Les Fig. 8A et 8C illustrent les pistons en retrait, tandis que les Fig. 8B et 8D montrent les pistons en extension. L'appareil de type à piston peut être commandé par voie hydraulique, mécanique ou électrique.

Un actionneur de type à obturateur est illustré dans les Fig. 9A et 9B et comprend un obturateur 34 qui est poussé ou tiré par les tubes extensibles bistables 24 ou les connecteurs, comme montré dans la Fig. 9A. L'obturateur est calibré de manière à déployer les cellules bistables au-delà de leur point critique où elles passent instantanément à un

diamètre de déploiement final, comme montré dans la Fig. 9B.

Un actionneur de type à bille représenté dans les Fig. 10A et 10B opère lorsqu'une bille sur-calibrée 5 36 est pompée à travers le centre des tubes extensibles bistables 24 et des connecteurs. Pour empêcher les pertes de fluide à travers les rainures des cellules, un gainage 38 à base d'élastomère extensible est placé à l'intérieur du système tubulaire bistable extensible. Le 10 gainage 38 agit comme un joint étanche et permet à la bille 36 d'être pompée par voie hydraulique à travers le tube bistable 24 et les connecteurs. L'effet du pompage de la bille 36 à travers les tubes bistables extensibles 24 et les connecteurs est de déployer la géométrie 15 cellulaire au-delà du point bistable critique, ce qui permet un complet déploiement de se faire comme montré dans la Fig. 10B. Une fois que les tubes et connecteurs bistables extensibles sont déployés, le manchon élastomère 38 et la bille 36 sont retirés.

20 Des actionneurs du type à rouleaux radiaux peuvent également être utilisés pour déployer les sections de tube bistables. La Fig. 12 illustre un outil à rouleaux radiaux extensibles entraînés par un moteur. L'outil comprend un ou plusieurs ensembles de bras 58 25 qui sont déployés à un diamètre établi au moyen d'un mécanisme et d'un pivot. A l'extrémité de chaque ensemble de bras se trouve un rouleau 60. Des éléments de centralisation 62 peuvent être fixés à l'outil pour le localiser correctement dans le trou de forage et dans 30 le tube bistable 24. Un moteur 64 fournit la force permettant de faire tourner la totalité de l'ensemble,

ce qui a pour effet de faire tourner le ou les rouleaux  
périphériquement à l'intérieur du trou de forage. L'axe  
du ou des rouleaux est tel qu'il permette aux rouleaux  
de tourner librement lorsqu'ils sont amenés en contact  
5 avec la surface interne du tube. Chaque rouleau peut  
être de forme conique en section pour augmenter la  
surface de contact de la surface du rouleau avec la  
paroi interne du tube. Les rouleaux sont initialement en  
retrait et l'outil est amené à l'intérieur du tube  
10 bistable affaissé. L'outil est ensuite soumis à une  
rotation par le moteur 64 et les rouleaux 60 sont  
déplacés vers l'extérieur pour venir en contact avec la  
surface interne du tube bistable. Une fois qu'ils sont  
en contact avec le tube, les rouleaux sont soumis à un  
15 pivotement vers l'extérieur sur une plus grande distance  
pour appliquer une force radiale vers l'extérieur au  
tube bistable. Le mouvement vers l'extérieur des  
rouleaux peut être réalisé via un mécanisme  
d'actionnement à force centrifuge ou d'actionnement  
20 approprié couplé entre le moteur 64 et les rouleaux 60.

La position de pivotement finale est ajustée à  
un point où le tube bistable peut être déployé jusqu'au  
diamètre final. L'outil est alors déplacé  
longitudinalement à travers le tube bistable affaissé,  
25 tandis que le moteur continue à faire tourner les bras  
de pivotement et les rouleaux. Les rouleaux suivent un  
trajet hélicoïdal peu profond 66 à l'intérieur du tube  
bistable, ce qui a pour effet de déployer les cellules  
bistables sur leur trajet. Une fois que le tube bistable  
30 est déployé, la rotation de l'outil est arrêtée et les  
rouleaux sont retirés. L'outil est alors retiré du tube

bistable par un dispositif de transport 68 qui peut également être utilisé pour insérer l'outil.

La Fig. 13 illustre un dispositif de déploiement à rouleaux radiaux entraînés par voie hydraulique. L'outil comprend un ou plusieurs rouleaux 5 60 qui sont amenés en contact avec la surface interne du tube bistable au moyen d'un piston hydraulique 70. La force radiale externe appliquée par les rouleaux peut être augmentée à un point où le tube bistable se déploie 10 à son diamètre final. Des éléments de centralisation 62 peuvent être fixés à l'outil pour le localiser correctement à l'intérieur du trou de forage et du tube bistable 24. Les rouleaux 60 sont initialement retirés et l'outil est placé dans le tube bistable affaissé 24. 15 Les rouleaux 60 sont alors déployés et se pressent contre la paroi interne du tube bistable 24 pour déployer une partie du tube à son diamètre final. L'outil entier est alors poussé ou tiré longitudinalement par le tube bistable 24 qui se déploie 20 sur la longueur entière des cellules bistables 23. Une fois que le tube bistable 24 s'est déployé dans sa position déployée, les rouleaux 60 sont rétractés et l'outil est retiré du trou de forage par le dispositif de transport 68 utilisé pour l'insérer. En modifiant 25 l'axe des rouleaux 60, l'outil peut être soumis à une rotation via un moteur lorsqu'il se déplace longitudinalement à travers le tube bistable 24.

L'énergie nécessaire pour faire fonctionner le dispositif de déploiement peut être tirée d'une ou d'une 30 combinaison de sources telles que : l'énergie électrique fournie à partir de la surface ou stockée dans un

aménagement de batteries conjointement avec le dispositif de déploiement, une énergie hydraulique fournie par des pompes de surface ou de fond du trou, des turbines ou un accumulateur de fluide, et de  
5 l'énergie mécanique fournie par une liaison appropriée actionnée par le mouvement appliqué à la surface ou stocké dans le trou de forage, notamment un mécanisme à ressort.

Le système tubulaire extensible bistable est  
10 conçu de telle sorte que le diamètre interne du tube déployé soit déployé pour maintenir une surface en coupe transversale maximale le long du tube extensible. Cette caractéristique permet d'aménager des puits à trou unique et de faciliter l'élimination des problèmes  
15 associés aux systèmes de cuvelage traditionnels des trous de forage où le diamètre extérieur du cuvelage doit être réduit de nombreuses fois, ce qui en restreint l'accès, dans des trous de forage longs.

Le système tubulaire extensible bistable peut  
20 être utilisé dans de nombreuses applications, telles qu'un gainage ouvert extensible (se référer à la Fig. 14) où le tube extensible bistable 24 est utilisé pour supporter une formation à trou ouvert en exerçant une force radiale externe à la surface du trou de  
25 forage. Lorsque le tube bistable 24 est soumis à une extension radiale dans la direction des flèches 71, le tube se déplace en contact avec le trou de forage 29 formant la surface. Ces forces radiales aident à stabiliser les formations et permettent le forage de  
30 puits avec moins de trains de cuvelage classiques. Le gainage ouvert peut également comprendre un matériau,

par exemple un enveloppement 72, qui réduit le débit de perte de fluide du trou de forage dans les formations. L'enveloppement 72 peut être constitué d'une variété de matériaux notamment des matériaux métalliques et/ou  
5 élastomères extensibles. En réduisant la perte de fluide dans les formations, le coût des fluides de forage peut être réduit et le risque de perdre une circulation et/ou d'affaissement du trou de forage peut être minimisé.

Des gainages peuvent également être utilisés  
10 dans des tubes de trou de forage à des fins telles qu'une protection contre la corrosion. Un exemple d'un environnement corrosif est l'environnement que l'on obtient lorsque du dioxyde de carbone est utilisé pour renforcer la récupération du pétrole à partir d'une  
15 formation productrice. Le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) réagit aisément avec l'eau éventuelle ( $\text{H}_2\text{O}$ ) qui est présente pour former de l'acide carbonique ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). D'autres acides peuvent également être générés, en particulier si des composés de soufre sont présents. Les tubes utilisés  
20 pour injecter le dioxyde de carbone ainsi que ceux utilisés dans les puits de production sont soumis à des taux de corrosion très élevés. L'invention peut être utilisée pour mettre en place des gainages protecteurs, un tube bistable 24, dans un tube existant (par exemple  
25 le tube 73 illustré en pointillés dans la Fig. 14) afin de minimiser les effets de la corrosion et d'étendre la durée de vie utile des tubes de trous de forage.

Une autre application implique l'utilisation du tube bistable 24 illustré dans la Fig. 14 comme  
30 gainage extensible perforé. Les cellules bistables ouvertes dans le tube extensible bistable permettent un

flux non restreint depuis la formation tout en offrant une structure qui permet de stabiliser le trou de forage.

Une autre application encore du tube bistable 5 24 est un écran ou tamis à sable extensible où les cellules bistables sont calibrées de manière à agir comme tamis de contrôle de sable ou un élément de tamis extensible 74 peut être fixé au tube extensible bistable, comme illustré dans la Fig. 14A, dans son état 10 affaissé. L'élément de tamis extensible 74 peut être formé d'un enveloppement autour du tube bistable 24. On a constaté que l'application de forces de contrainte périphériques sur la paroi d'un trou de forage aide à stabiliser en soi la formation et réduit ou élimine 15 l'influx de sable des zones productrices, même si aucun élément de tamis supplémentaire n'est utilisé.

Une autre application du tube bistable 24 est comme gainage extensible renforcé où la structure cellulaire extensible bistable est renforcée par un 20 ciment ou une résine 75, comme illustré dans la Fig. 14B. Le ciment ou la résine 75 offre un support structurel accru ou un isolement hydraulique par rapport à la formation.

Le tube extensible bistable 24 peut également 25 être utilisé comme système de raccordement extensible pour raccorder des tronçons traditionnels de cuvelage 76a ou 76b de différents diamètres, comme illustré dans la Fig. 14C. Le tube 24 peut également être utilisé comme joint de réparation structurel pour fournir une 30 plus grande résistance pour des sections existantes de cuvelage.

Une autre application comprend l'utilisation du tube extensible bistable 24 comme ancre dans le trou de forage auquel d'autres outils ou cuvelages peuvent être fixés, ou comme outil "de repêchage" dans lequel les

5 caractéristiques bistables sont utilisées pour récupérer les outils perdus ou foncer dans un trou de forage. Le tube extensible bistable 24 en configuration affaissée est inséré dans un outil perdu 77, puis soumis à une extension comme indiqué par les flèches 78 de la

10 Fig. 14D. En configuration déployée, le tube bistable exerce des forces radiales qui aident à récupérer l'outil perdu. Le tube bistable peut également être placé dans le puits en configuration déployée, disposé au-dessus de l'outil perdu 77 et affaissé dans la

15 direction des flèches 79 autour de celui-ci dans une tentative pour le fixer et le récupérer comme illustré dans la Fig. 14E. Une fois que l'outil perdu 77 est saisi par le tube bistable 24, il peut être récupéré à travers le trou de forage 29.

20 Les tubes extensibles bistables décrits ci-dessus peuvent être constitués d'une variété de manières telles que : découpe de trajets de forme appropriée à travers la paroi d'un tuyau tubulaire, créant ainsi un dispositif bistable extensible dans son état affaissé;

25 découpe de configurations dans un tuyau tubulaire, créant ainsi un dispositif bistable extensible dans son état déployé, puis en comprimant le dispositif dans son état affaissé; découpe de trajets appropriés à travers une feuille de matériau, laminage du matériau en forme

30 tubulaire et jonction des extrémités pour former un dispositif bistable extensible dans son état affaissé;

ou découpe de configurations dans une feuille de matériau, enroulement du matériau en forme tubulaire, jonction des extrémités contiguës pour former un dispositif bistable extensible dans son état déployé,  
5 puis compression du dispositif dans son état affaissé.

Les matériaux de construction pour les tubes extensibles bistables peuvent comprendre ceux typiquement utilisés dans l'industrie du pétrole et du gaz, notamment l'acier au carbone. Ils peuvent également  
10 être constitués d'alliages spéciaux (tels que le Monel, l'Inconel, un Hastelloy ou des alliages à base de tungstène) si l'application le nécessite.

Les configurations représentées pour le tube bistable 24 sont illustratives du fonctionnement d'une  
15 cellule bistable de base. D'autres configurations peuvent être appropriées, mais le concept présenté est également valable pour ces autres géométries.

La Fig. 15 illustre un tube extensible 80 formé de cellules bistables 82. Le tube 80 définit une  
20 partie amincie 84 (que l'on peut mieux voir dans la Fig. 15) qui peut se présenter sous la forme d'une fente, comme montré, un aplatissement ou un autre amincissement d'une partie du tube 80. La partie amincie 84 s'étend généralement longitudinalement et peut être  
25 linéaire, hélicoïdale ou suivre certains autres trajets de circuit. Dans une forme de réalisation, la partie amincie s'étend d'une extrémité du tube à l'autre pour former un trajet de ligne de communication 84 pour le tube 80. Dans cette forme de réalisation, une ligne de  
30 communication 86 peut passer à travers le trajet de ligne de communication 84 le long du tube 80. De cette

manière, la ligne de communication 86 reste avec le diamètre extérieur général du tube 80 ou ne s'étend que légèrement en dehors de ce diamètre. Bien que le tube soit représenté avec une seule partie amincie 84, le  
5 tube pourrait comprendre une pluralité de ces parties qui sont espacées autour de la circonférence du tube 80. La partie amincie 84 peut être utilisée pour recevoir une conduite (non représentée) à travers laquelle passent les lignes de communication 86 ou qui est  
10 utilisée pour le transport de fluides ou d'autres matériaux, tels que des mélanges de fluides et de solides.

Telle qu'on l'utilise dans la présente demande, l'expression "ligne de communication" se réfère  
15 à tout type de ligne de communication telle que ligne électrique, hydraulique, à fibres optiques, des combinaisons de celles-ci, etc.

La Fig. 15A illustre un exemple de partie amincie 84 conçue pour recevoir un dispositif 88. Comme  
20 pour le placement d'un câble, le dispositif 88 est au moins partiellement logé dans la partie amincie du tube 80 de telle sorte que la mesure d'extension au-delà du diamètre externe du tube 80 soit réduite. Des exemples de certaines autres formes de réalisation du dispositif  
25 88 sont des dispositifs électriques, des dispositifs de mesure, des débitmètres, des jauges, des capteurs. Comme exemples plus spécifiques, on peut citer des soupapes, des dispositifs d'échantillonnage, un dispositif utilisé pour un parachèvement de puits intelligent, des capteurs  
30 de température, des capteurs de pression, des dispositifs de réglage de flux, des dispositifs de

mesure de débit, des dispositifs de mesure du rapport pétrole/eau/gaz, des détecteurs d'échelle, des capteurs d'équipement (par exemple des capteurs de vibration), des capteurs de détection de sable, des capteurs de  
5 détection d'eau, des enregistreurs de données, des capteurs de viscosité, des capteurs de densité, des capteurs de point de bulle, des capteurs de composition, des dispositifs et des capteurs de réseau de  
10 résistivité, des dispositifs et des capteurs acoustiques, d'autres dispositifs télémétriques, des capteurs du proche infrarouge, des capteurs de rayons gamma, des détecteurs de H<sub>2</sub>S, des détecteurs de CO<sub>2</sub>, des unités de mémoire de puits, des dispositifs de contrôle de puits. Comme exemples de mesures que les dispositifs  
15 pourraient réaliser, on peut citer le débit, la pression, la température, la pression différentielle, la densité, les quantités relatives de liquide, de gaz et de solides, la fraction d'eau, le rapport pétrole/eau et d'autres mesures.

20 Comme montré dans la figure, le dispositif 88 peut être exposé au fluide à l'intérieur et à l'extérieur du tube 80 via les ouvertures formées par les cellules 82. La partie amincie 84 peut donc ponter des ouvertures ainsi que des liaisons 21, 22 des  
25 cellules 82. Il est également à noter que la ligne de communication 86 et le trajet de ligne de communication associée 84 peuvent s'étendre sur une partie de la longueur du tube 80 dans certains autres modèles. Par exemple, si un dispositif 88 est placé entre les  
30 extrémités du tube 80, le passage de ligne de

communication 84 peut seulement s'étendre d'une extrémité du tube à la position du dispositif 80.

La Fig. 16 illustre un tube extensible 80 formé de cellules bistables 82 ayant des étais minces 21 et des étais épais 22. Au moins l'un des étais épais (désigné par la notation 90) est relativement plus large que d'autres étais du tube 80. L'étau plus large 90 peut être utilisé à diverses fins telles que l'acheminement des lignes de communication, notamment des câbles ou des dispositifs, tels que des réseaux de capteurs.

Les Fig. 17A et 17B illustrent le tube 80 ayant un étau 90 qui est relativement plus large que les autres étais épais 22. Un passage 92 est formé dans l'étau 90 pour faciliter le placement d'une ligne de communication dans le puits et à travers le tube 80 et peut être utilisé à d'autres fins. La Fig. 17B est une vue en coupe transversale représentant le passage 92. Le passage 92 est une autre forme de réalisation d'un trajet de ligne de communication 84. Un passage 94 peut être configuré pour suivre de manière générale la courbure d'un étau, par exemple l'un des étais épais 22, comme illustré plus en détail dans les Fig. 17A et 17B.

La Fig. 18 illustre une partie amincie 84 ayant un modèle en forme de queue d'aronde avec une ouverture relativement plus étroite. La ligne de communication 86 est formée de telle sorte qu'elle s'ajuste à travers l'ouverture relativement étroite dans la position inférieure plus large, par exemple en insérant un bord latéral, puis l'autre. La ligne de communication 86 est maintenue en place en raison du modèle en queue d'aronde, comme cela apparaît dans les

figures. La largeur de la ligne de communication 86 est plus importante que la largeur de l'ouverture. Il est à noter que la ligne de communication 86 peut comprendre un faisceau de lignes qui peuvent être du même type ou  
5 de types différents (par exemple une ligne hydraulique, une ligne électrique ou une ligne de fibres optiques regroupées ensemble). De même, des connecteurs permettant de raccorder des tubes adjacents peuvent incorporer un raccordement pour les lignes de  
10 communication.

Il est à noter que le passage de la ligne de communication 84 peut être utilisé conjointement à d'autres types de tubes extensibles, tels que ceux du type de gainage rainuré extensible décrits dans le  
15 brevet U.S. n° 5 366 012 délivré le 22 novembre 1994 à Lohbeck, les types de tubes pliés du brevet U.S. n° 3 489 220 délivré le 13 janvier 1970 à Kinley, le brevet U.S. n° 5 337 823 délivré le 16 août 1994 à Nobileau et le brevet U.S. n° 3 203 451 délivré le 31  
20 août 1965 à Vincent.

Les formes de réalisation particulières décrites dans la demande ne sont qu'illustratives, car l'invention peut être modifiée et mise en œuvre de manières différentes, mais équivalentes, comme cela  
25 apparaîtra aux experts en la technique ayant le bénéfice des enseignements de la demande. En outre, aucune limitation n'est prévue pour des détails de construction ou de modèle de la demande représentée, autres que ceux décrits dans les revendications ci-dessous. Il est donc  
30 évident que les formes de réalisation particulières décrites ci-dessus peuvent être modifiées et que toutes

ces variantes sont considérées comme étant dans le cadre et l'esprit et l'invention. En conséquence, la protection recherchée ici est comme mentionnée dans les revendications ci-dessous.

REVENDEICATIONS

1.- Appareil destiné à être utilisé dans un trou de forage (29), comprenant :

5 un dispositif bistable extensible (24, 48) configuré pour un déploiement à proximité d'une paroi d'un trou de forage, le dispositif extensible bistable (24, 48) ayant une pluralité de cellules bistables (23) disposées sous une forme généralement tubulaire, la  
10 pluralité de cellules bistables (23) étant stables en configuration affaissée et en configuration déployée.

2.- Appareil selon la revendication 1, dans lequel chaque cellule bistable (23) comprend au moins deux éléments allongés (21, 22) raccordés l'un à l'autre.

15 3.- Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel la configuration affaissée est une première configuration généralement tubulaire et la configuration déployée est une seconde configuration généralement tubulaire ayant un diamètre  
20 plus grand que la première configuration généralement tubulaire.

4.- Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant en outre un dispositif de transport (31, 68) qui est à même de transporter le  
25 dispositif extensible bistable (24, 48) à un emplacement souhaité dans le trou de forage (29, 40).

5.- Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'appareil comprend en outre un dispositif de déploiement (33) qui est à même  
30 d'amorcer l'extension du dispositif extensible bistable (24, 48) de sa première configuration généralement

tubulaire à sa seconde configuration généralement tubulaire.

5 6.- Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel chaque cellule (23) comprend un premier élément (21) et un second élément (22), le premier élément et le second élément comprenant chacun un point central et deux extrémités et dans lequel par ailleurs le premier élément est plus flexible que le second élément.

10 7.- Appareil selon la revendication 6, dans lequel le premier et le second éléments sont raccordés mécaniquement de telle sorte que le second élément empêche la déformation du premier élément.

15 8.- Appareil selon la revendication 7, dans lequel le premier élément a deux positions stables, la première position stable étant celle où le point central du premier élément est adjacent au point central du second élément, la seconde position stable étant celle où le point central du premier élément est déplacé du  
20 point central du second élément pour former un intervalle entre le point central du premier élément et le point central du second élément.

25 9.- Appareil selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans lequel le second élément a une épaisseur plus importante que le premier élément.

10.- Appareil selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans lequel le rapport des épaisseurs du second élément au premier élément est supérieur à environ 3 :1.

30 11.- Appareil selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans lequel le rapport des

épaisseurs du second élément au premier élément est supérieur à environ 6 :1.

12.- Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif  
5 bistable (24, 48) comprend en outre un enveloppement (72) fixé à la surface extérieure du dispositif bistable (24, 48).

13.- Appareil selon la revendication 12, dans lequel l'enveloppement (72) comprend un tamis extensible  
10 (74).

14.- Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif  
bistable (24, 48) comprend en outre un matériau déformable fixé à la surface externe du dispositif  
15 bistable (24, 48).

15.- Appareil selon la revendication 14, dans lequel le matériau déformable comprend un élastomère.

16.- Appareil selon la revendication 15, dans lequel l'élastomère est choisi de manière à résister aux  
20 pétroles bruts, aux saumures et aux acides rencontrés dans les puits de pétrole et de gaz.

17.- Appareil selon la revendication 4, dans lequel le dispositif bistable (24, 48) dans sa seconde configuration généralement tubulaire comprend une  
25 pluralité de diamètres.

18.- Procédé de stabilisation d'une section non cuvelée (46) d'un trou de forage (29, 40) dans une formation souterraine, comprenant les étapes consistant :

à mettre en œuvre un dispositif extensible bistable (24, 48) ayant une forme généralement tubulaire qui comprend une pluralité de cellules bistables (23);

5 à placer le dispositif bistable (24, 48) dans une position du trou de forage (29) tout en se trouvant dans un premier état stable; et

10 à déployer radialement le dispositif bistable (24, 48) dans un second état stable ayant une configuration généralement tubulaire sans réduire sensiblement la longueur axiale.

19.- Procédé selon la revendication 18, comprenant en outre la fixation d'un enveloppement (72) à la surface externe du dispositif bistable (24, 48).

15 20.- Procédé selon la revendication 19, dans lequel la fixation comprend la fixation d'un tamis extensible (74).

20 21.- Procédé selon la revendication 18, comprenant en outre l'application d'un matériau déformable à la surface externe du dispositif bistable (24, 48).

22.- Procédé selon la revendication 21, dans lequel l'application comprend l'application d'un matériau élastomère.

25 23.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 18 à 22, dans lequel l'extension radiale comprend l'extension du dispositif bistable (24, 48) à une pluralité de diamètres finals.

30 24.- Procédé d'installation de gainages dans un tube situé dans un trou de forage, comprenant les étapes consistant :

à former un dispositif extensible bistable (24, 48) avec une pluralité de cellules bistables (23), le dispositif bistable extensible (24, 48) ayant une forme généralement tubulaire,

5           à entourer le dispositif extensible bistable (24, 48) avec un élément de gaine extensible fixé à une surface externe du dispositif bistable (24, 48),

à placer le dispositif extensible bistable (24, 48) dans une position à l'intérieur d'un tube  
10 tandis qu'il se trouve dans un premier état stable, et

à déployer le dispositif bistable extensible (24, 48) dans un second état stable pour maintenir l'élément de gainage contre un diamètre interne du tube.

25.- Procédé selon la revendication 24,  
15 comprenant en outre la localisation des dispositifs bistables multiples (24, 48) dans le trou de forage (29, 40) de telle sorte que les extrémités des dispositifs bistables adjacents (24, 48) se chevauchent et forment  
20 une continuation de l'élément de gainage contre le diamètre interne du tube.

26.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 24 ou 25, comprenant en outre la création de chaque cellule bistable (23) avec un étai mince (21) raccordé à un étai épais (22).

25           27.- Procédé permettant de faciliter l'utilisation d'un trou de forage (29, 40), comprenant les étapes consistant :

à inhiber l'influx de sable dans un trou de forage (29, 40), dans lequel l'inhibition comprend les  
30 étapes consistant :

à placer un dispositif bistable (24, 48) dans une position souhaitée dans un trou de forage (29, 40); et

5 à déployer le dispositif bistable (24, 48) au moins partiellement à travers une plage non stable vers un état stable jusqu'à ce que le dispositif bistable (24, 48) soit à même d'exercer des forces de contrainte périphériques contre le trou de forage (29, 40).

10 28.- Procédé selon la revendication 27, comprenant en outre la fixation d'un enveloppement (72) à la surface externe de l'élément bistable (24, 48).

29.- Procédé selon la revendication 28, dans lequel la fixation comprend la fixation d'un tamis extensible (74).

15 30.- Procédé pour permettre de faciliter l'utilisation d'un trou de forage (29, 40), comprenant les étapes consistant :

à isoler une partie d'un trou de forage (29, 40) avec un dispositif bistable extensible (24, 48) 20 ayant une forme généralement tubulaire formée par un pluralité de cellules bistables (23) qui permettent au dispositif bistable extensible (24, 48) d'être sélectivement actionné entre un état contracté et un état déployé.

25 31.- Procédé de scellage d'une partie d'un tube de trou de forage (29, 40), comprenant les étapes consistant :

à localiser un dispositif bistable (24, 48) dans un tube de trou de forage (29, 40) adjacent à une 30 zone à sceller, et

à déployer le dispositif bistable (24, 48) contre le tube du trou de forage (29, 40) en déplaçant le dispositif bistable (24, 48) à travers une région non stable vers un état stable déployé.

5           32.- Appareil destiné à un usage dans un trou de forage (29, 40), comprenant :

          une conduite de trou de forage (29, 40) ayant un moins un dispositif bistable (24, 48), l'au moins un dispositif bistable comprenant une pluralité de cellules  
10   bistables, chaque cellule pouvant passer d'un état stable vers un autre état stable.

          33.- Appareil selon la revendication 32, dans lequel le dispositif bistable (24, 48) comprend une pluralité de cellules bistables (23), chaque cellule  
15   bistable (23) comprenant au moins deux éléments allongés (21,22) qui sont raccordés l'un à l'autre à leurs extrémités, le dispositif étant stable dans une première configuration généralement tubulaire et dans une seconde configuration généralement tubulaire, dans lequel la  
20   seconde configuration généralement tubulaire a un diamètre plus important que la première configuration généralement tubulaire.

          34.- Appareil selon l'une quelconque des revendications 32 ou 33, dans lequel l'appareil comprend  
25   en outre un dispositif de transport (31) qui est à même de transporter l'appareil à un emplacement dans un trou de forage (29, 40).

          35.- Appareil selon l'une quelconque des revendications 32 à 34, dans lequel l'appareil comprend  
30   en outre un dispositif de déploiement (33, 68) qui

amorce l'extension ou l'affaissement du dispositif bistable (24, 48).

36.- Système permettant de faciliter la communication le long d'un trou de forage (29, 40),  
5 comprenant :

un tube extensible (24, 48, 80) formé d'une pluralité de cellules bistables (23, 82), le tube extensible (24, 48, 80) ayant un passage (84) de ligne de communication (86).

10 37.- Système selon la revendication 36 dans lequel le passage (84) d'une ligne de communication (86) est défini par une partie amincie le long du tube extensible (24, 48, 80).

38.- Tube pour trou de forage (29, 40),  
15 comprenant :

un tube extensible bistable (24, 48, 80), le tube extensible bistable étant extensible entre un état contracté radialement et un état expansé radialement, et un dispositif monté sur le tube.

20 39.- Tube selon la revendication 38, dans lequel le dispositif est choisi parmi un dispositif électrique, un dispositif de mesure, un débitmètre, une jauge et un capteur.

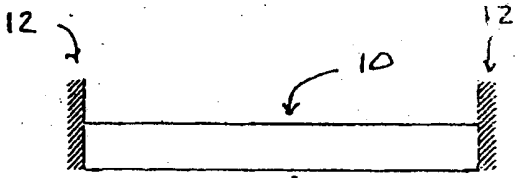


FIG 1A

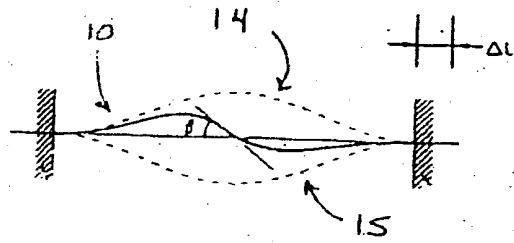


FIG 1B

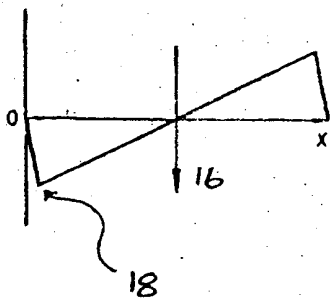


FIG 2 A

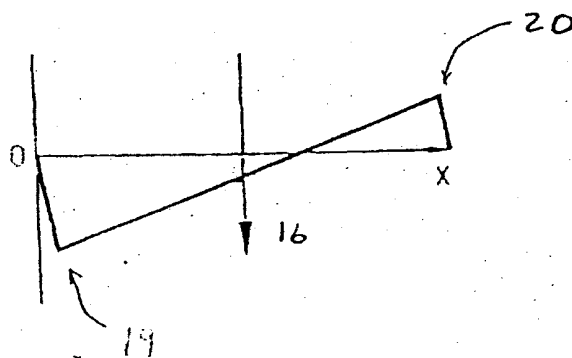


FIG 2 B

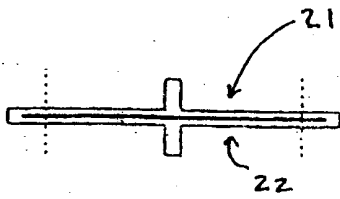


FIG 3A

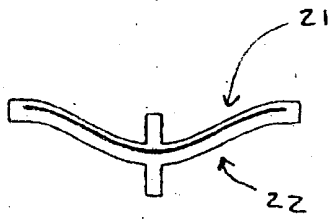


FIG 3C

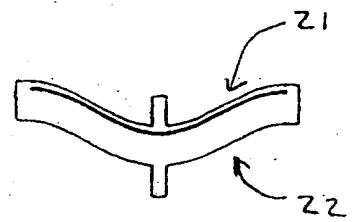


FIG 3E

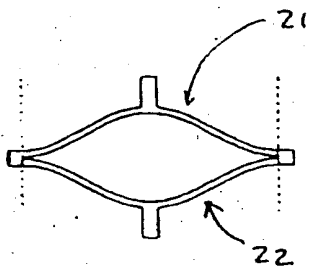


FIG 3B

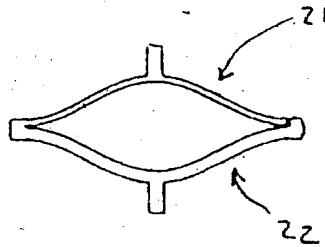


FIG 3D

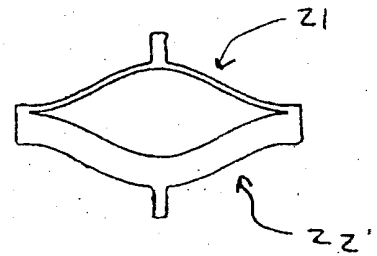


FIG 3F

40

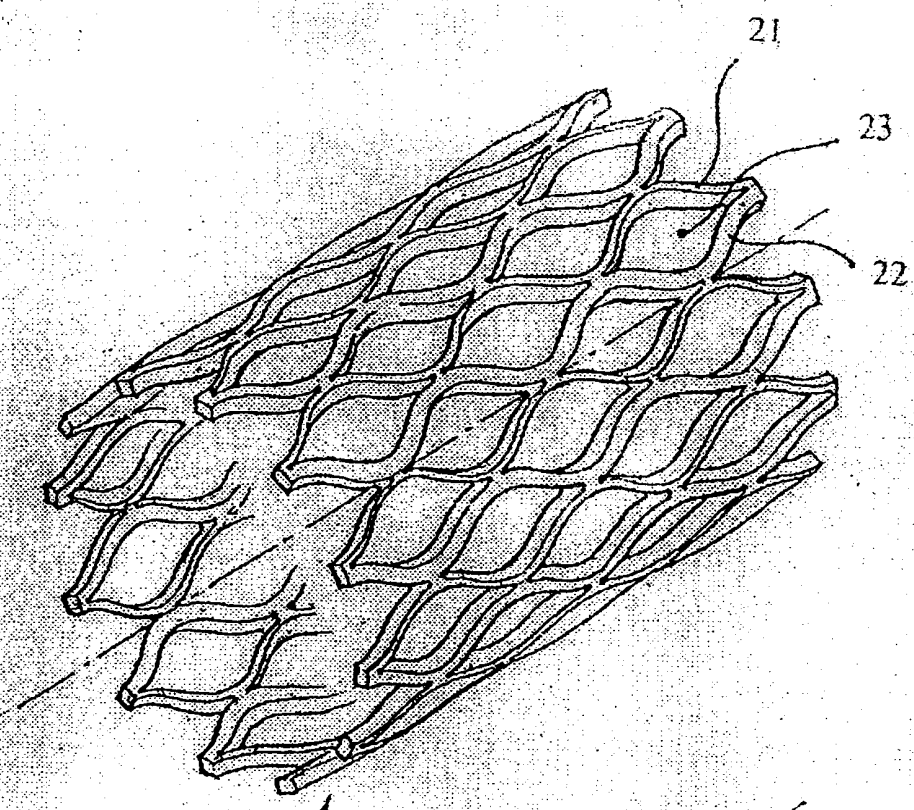


Fig 4A

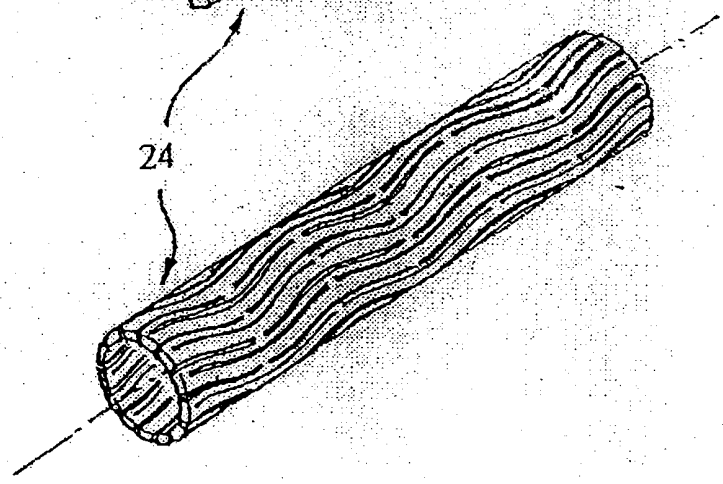
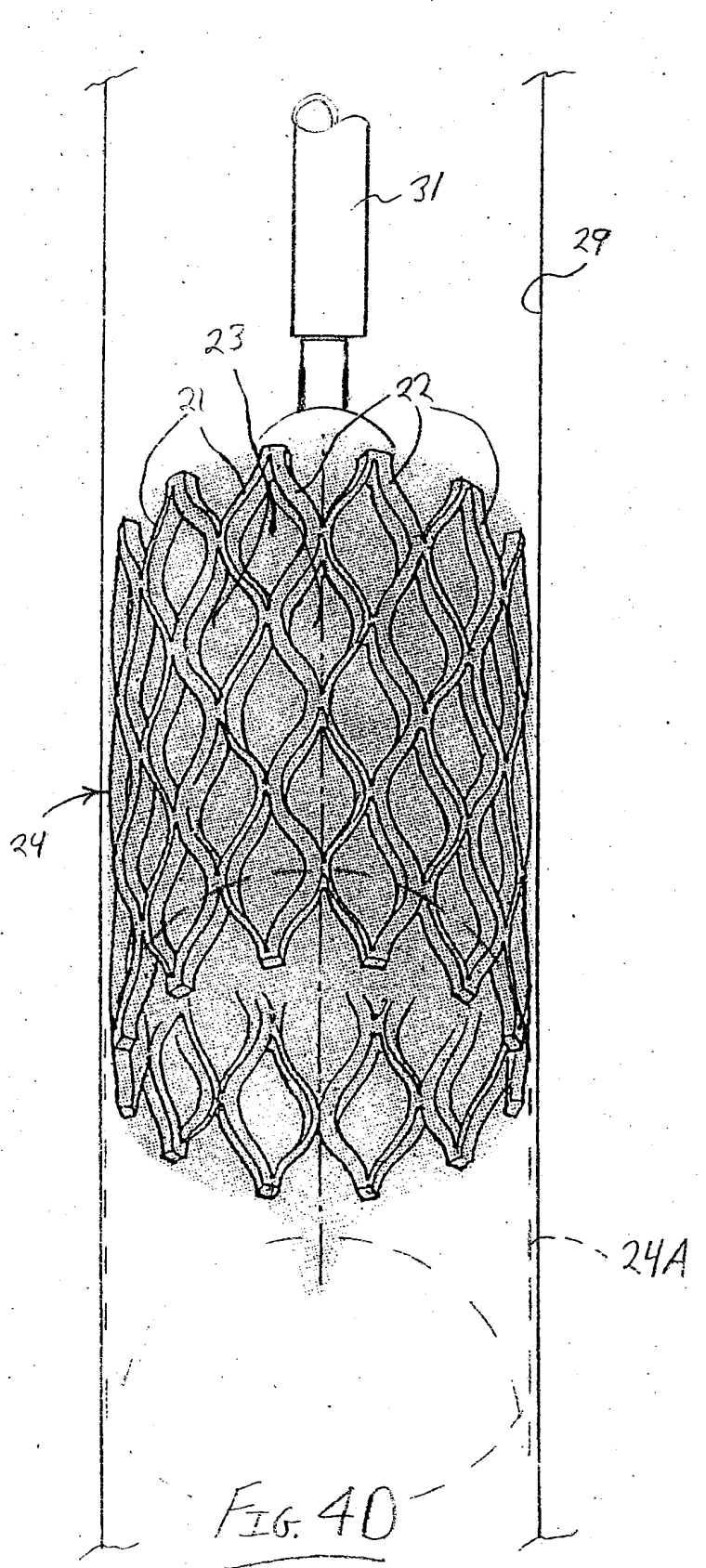
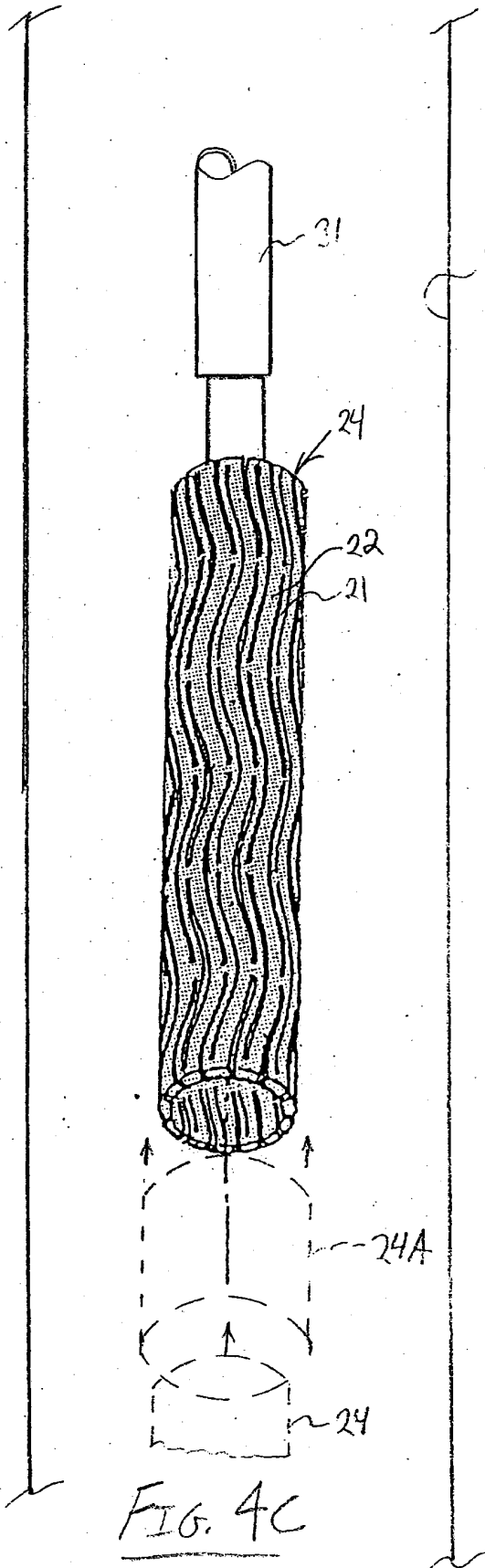
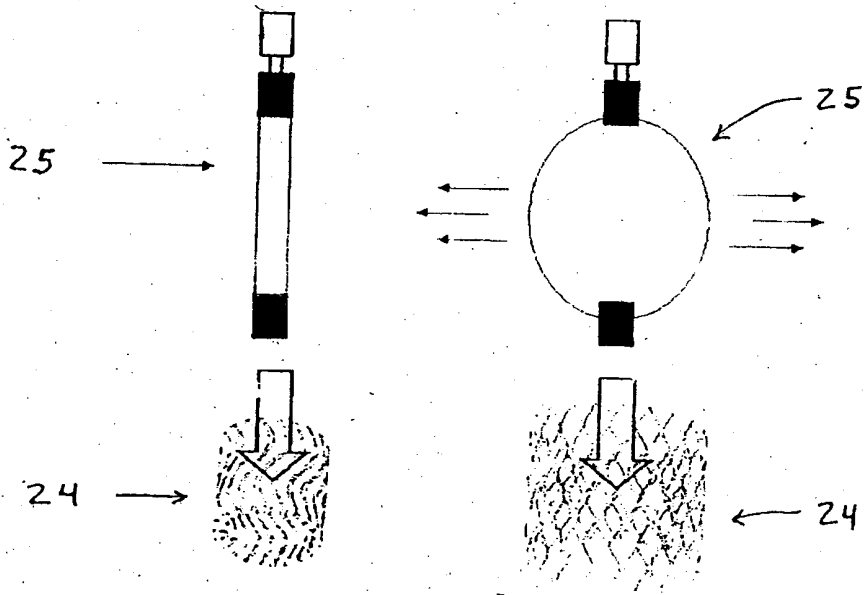


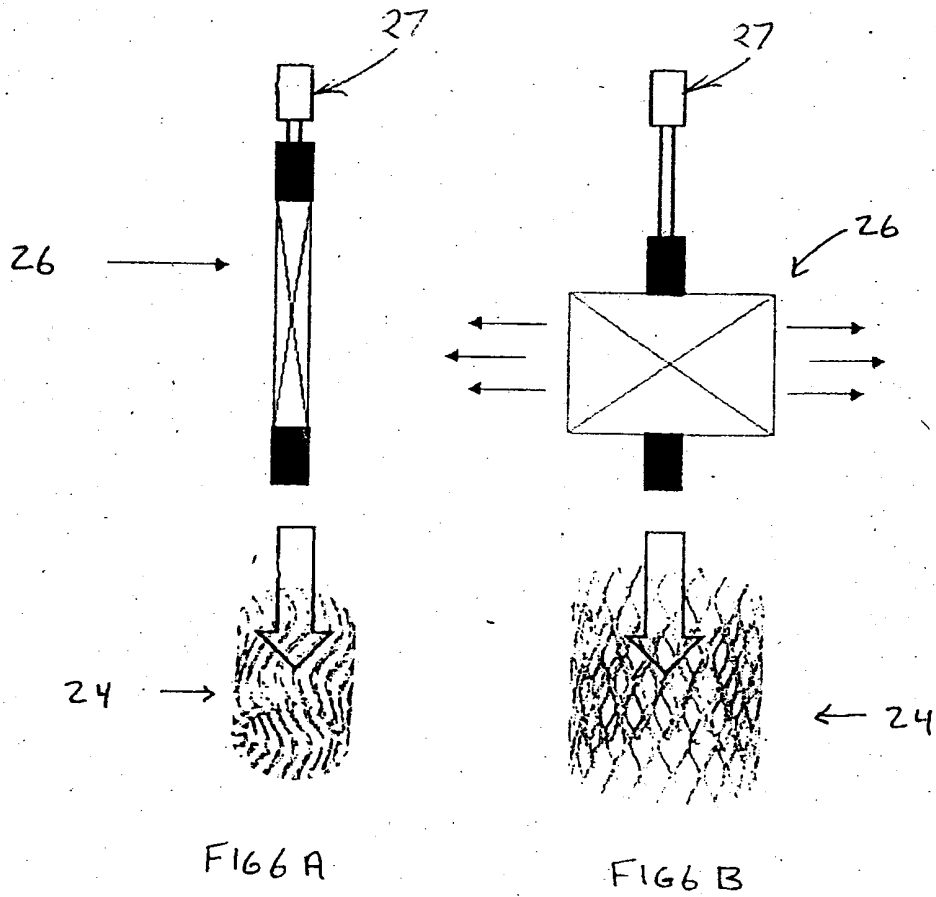
Fig 4B





FIGS A

FIGS B



46

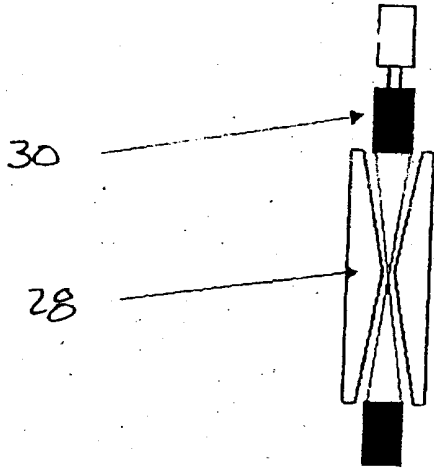


FIG 7A

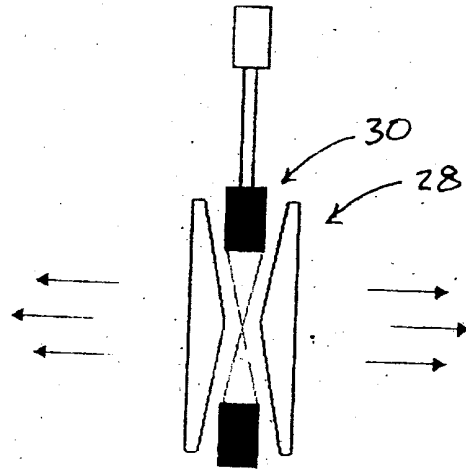


FIG 7B

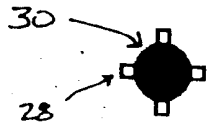


FIG 7C

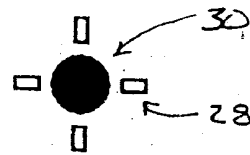
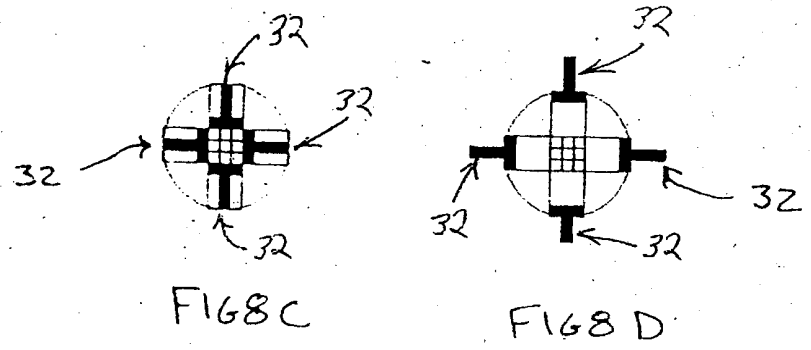
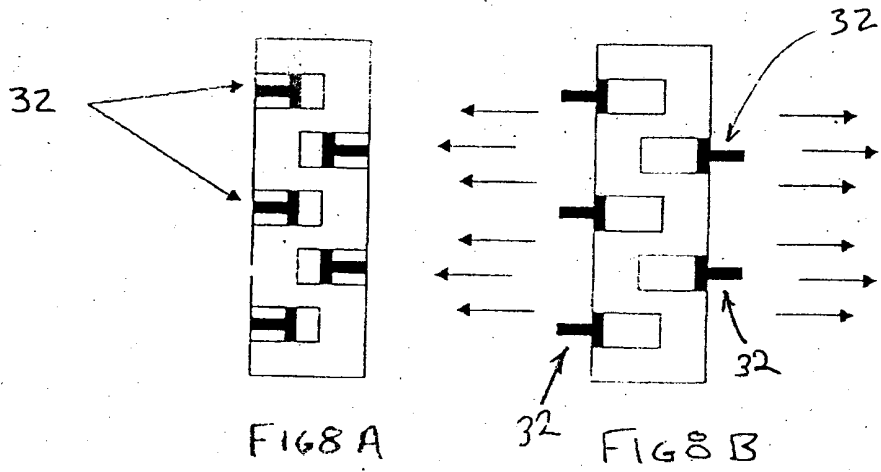


FIG 7D



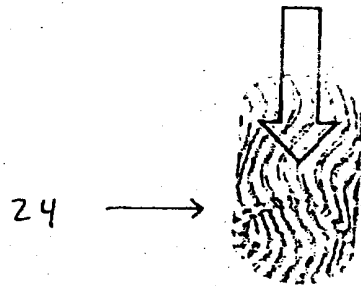
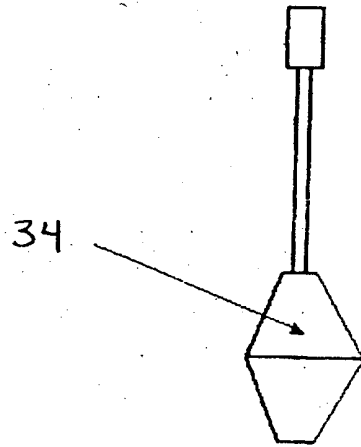


FIG 9 A

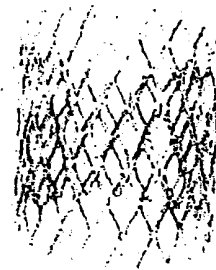


FIG 9 B

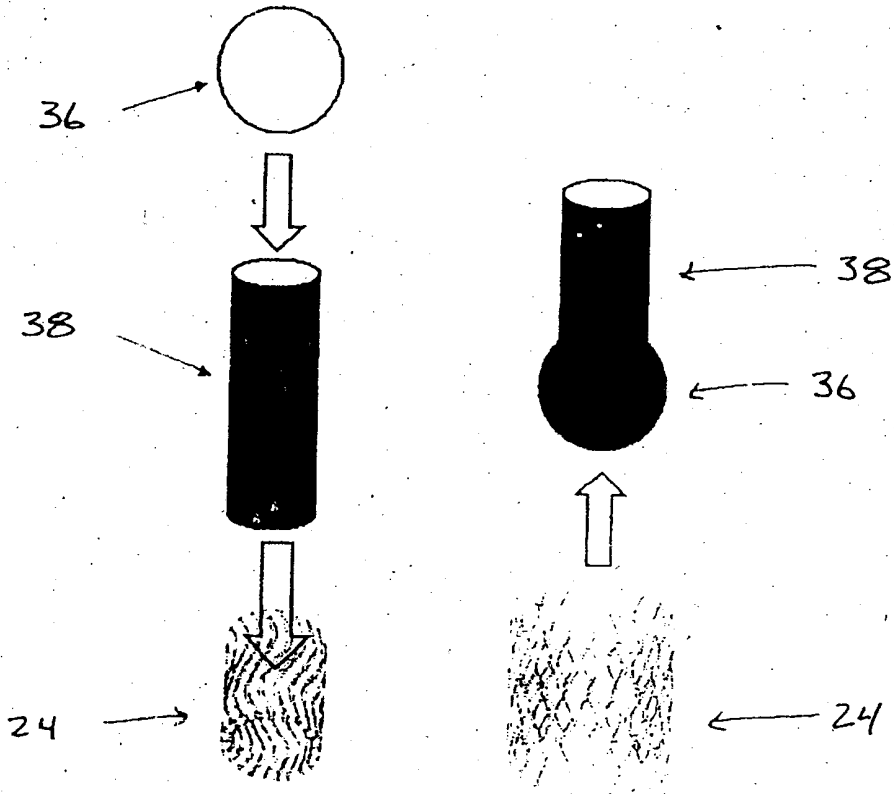
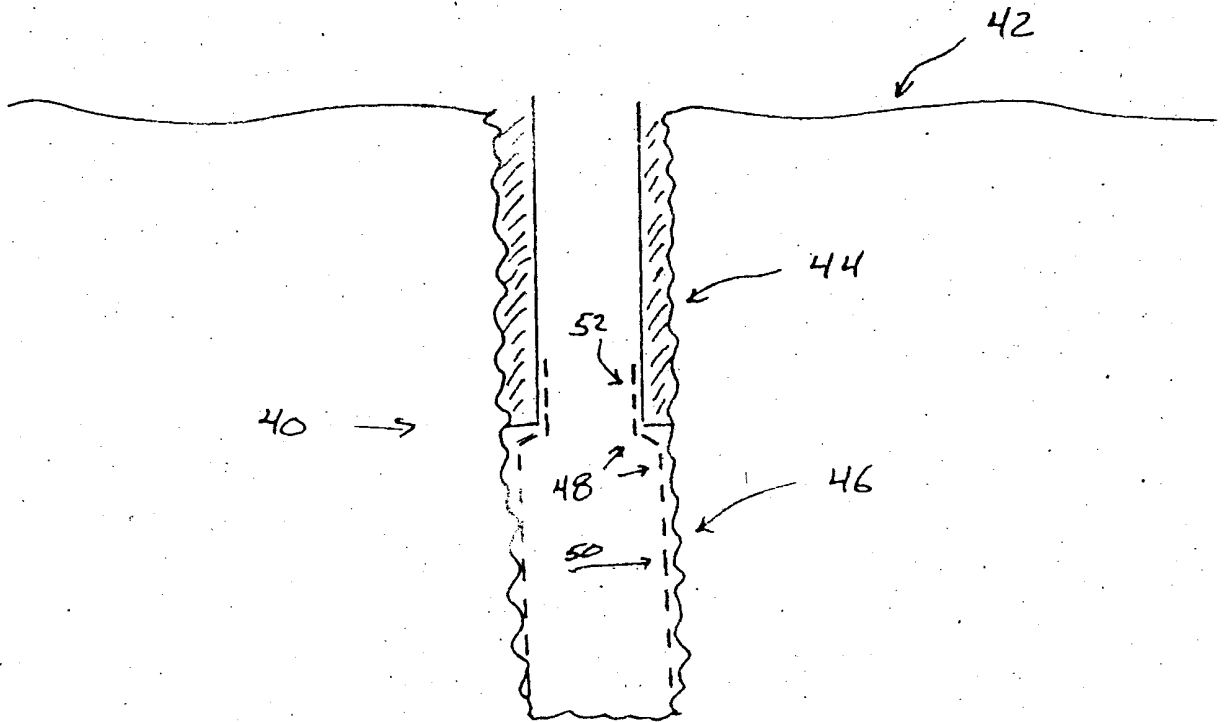


FIG 10 A

FIG 10 B

48

Figure 11



49

Figure 12

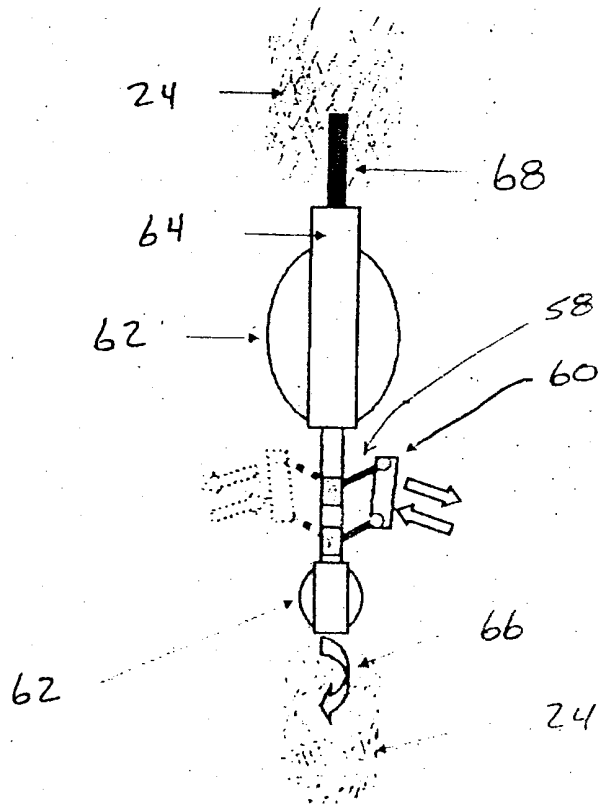
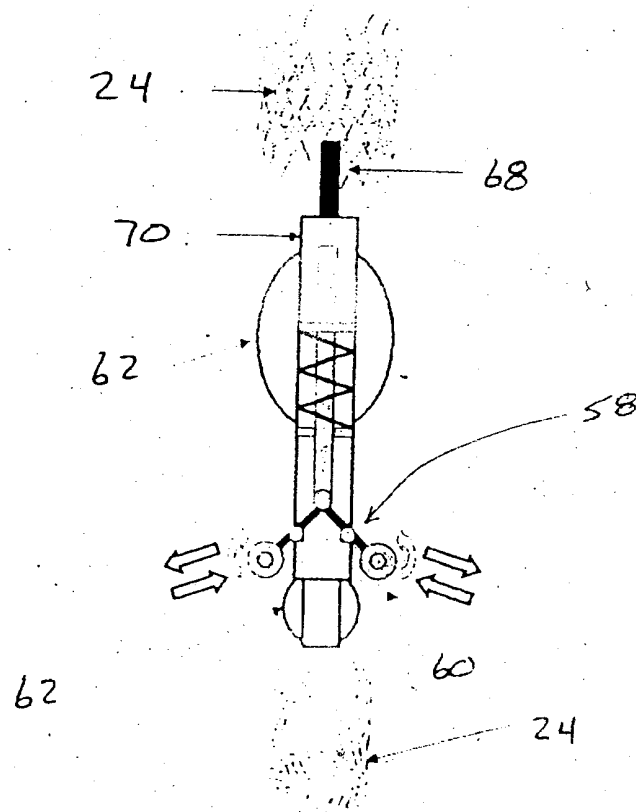


Figure 13



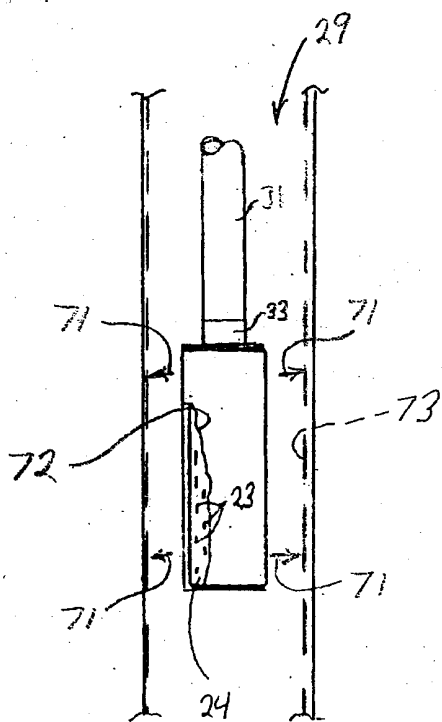


FIG. 1A

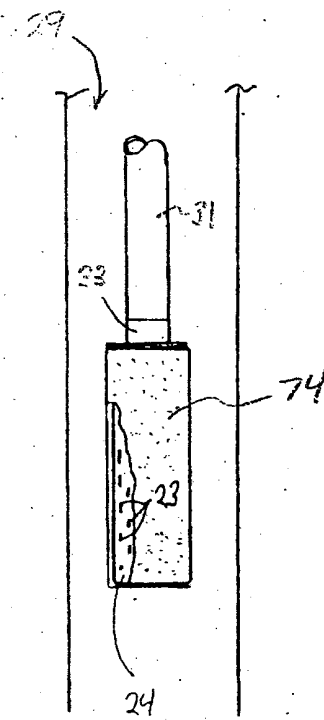


FIG. 1AA

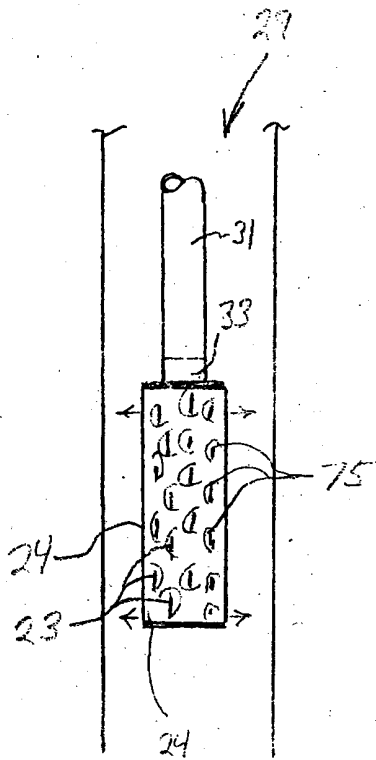


FIG. 14B

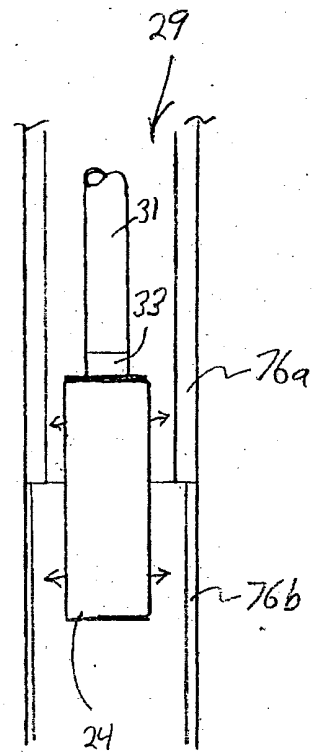


FIG. 14C

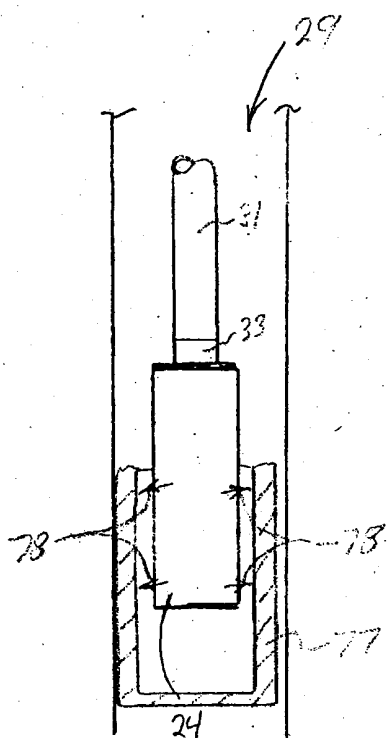


FIG. 14D

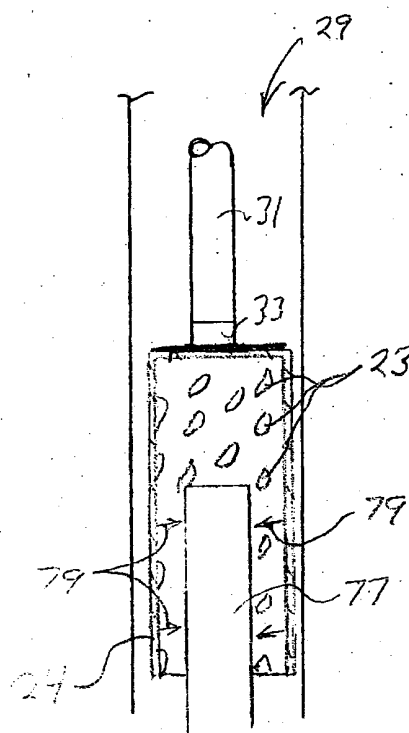


FIG. 14E

2001/0680.

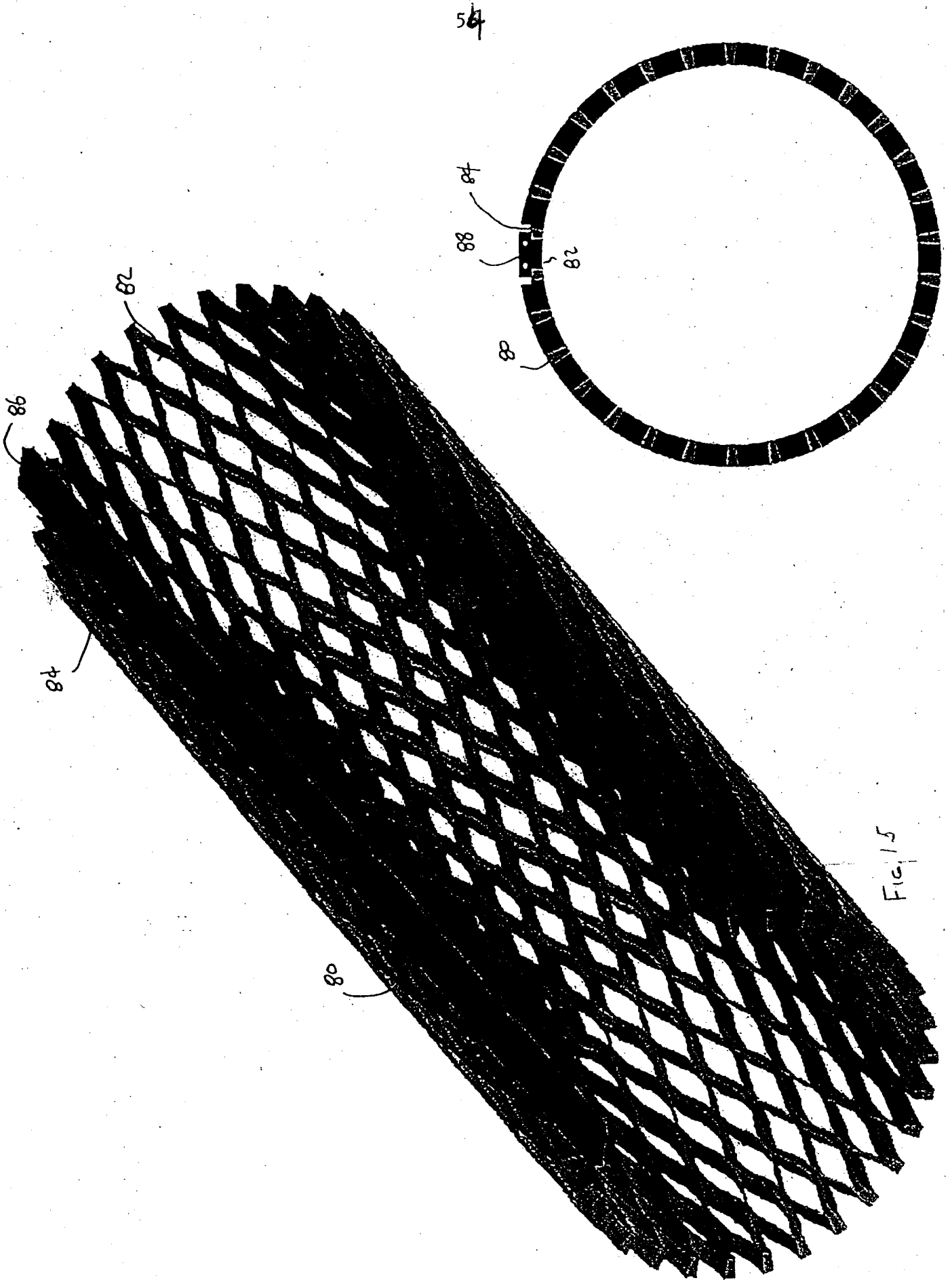
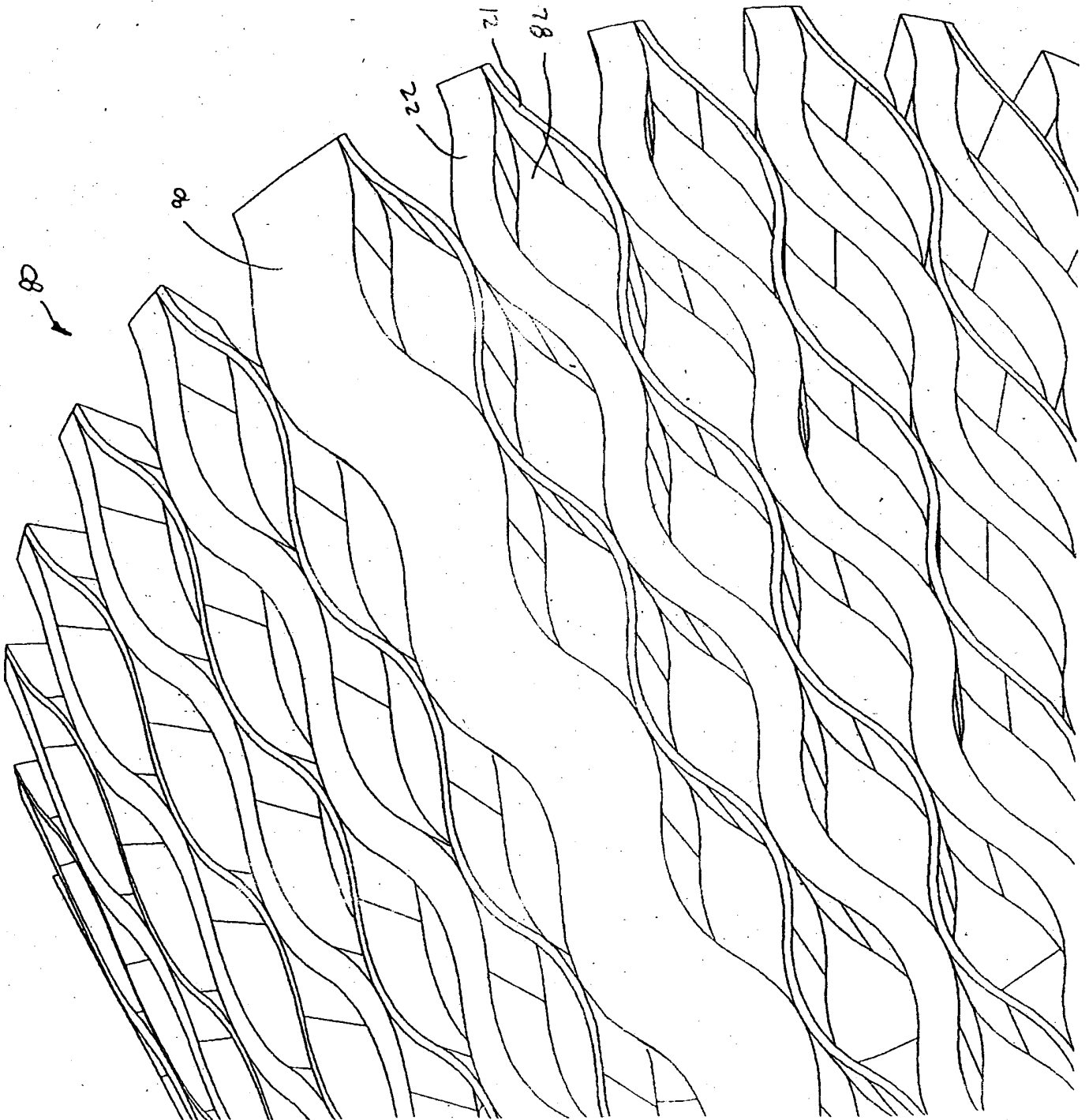


FIG. 15

2001/0680.

55

FIG. 16



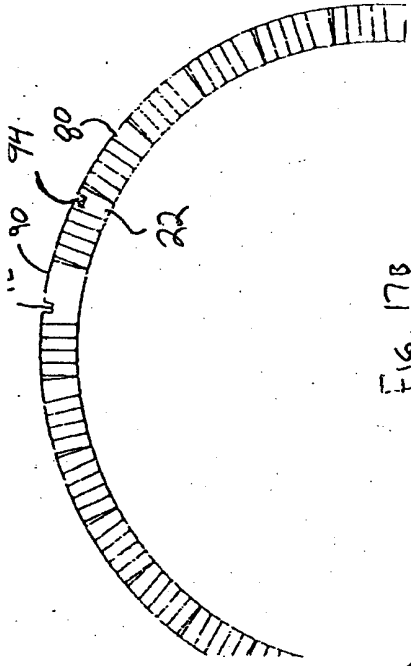


FIG. 17B

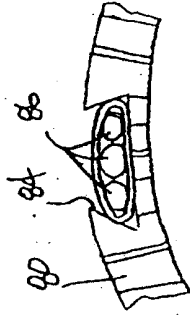


FIG. 18

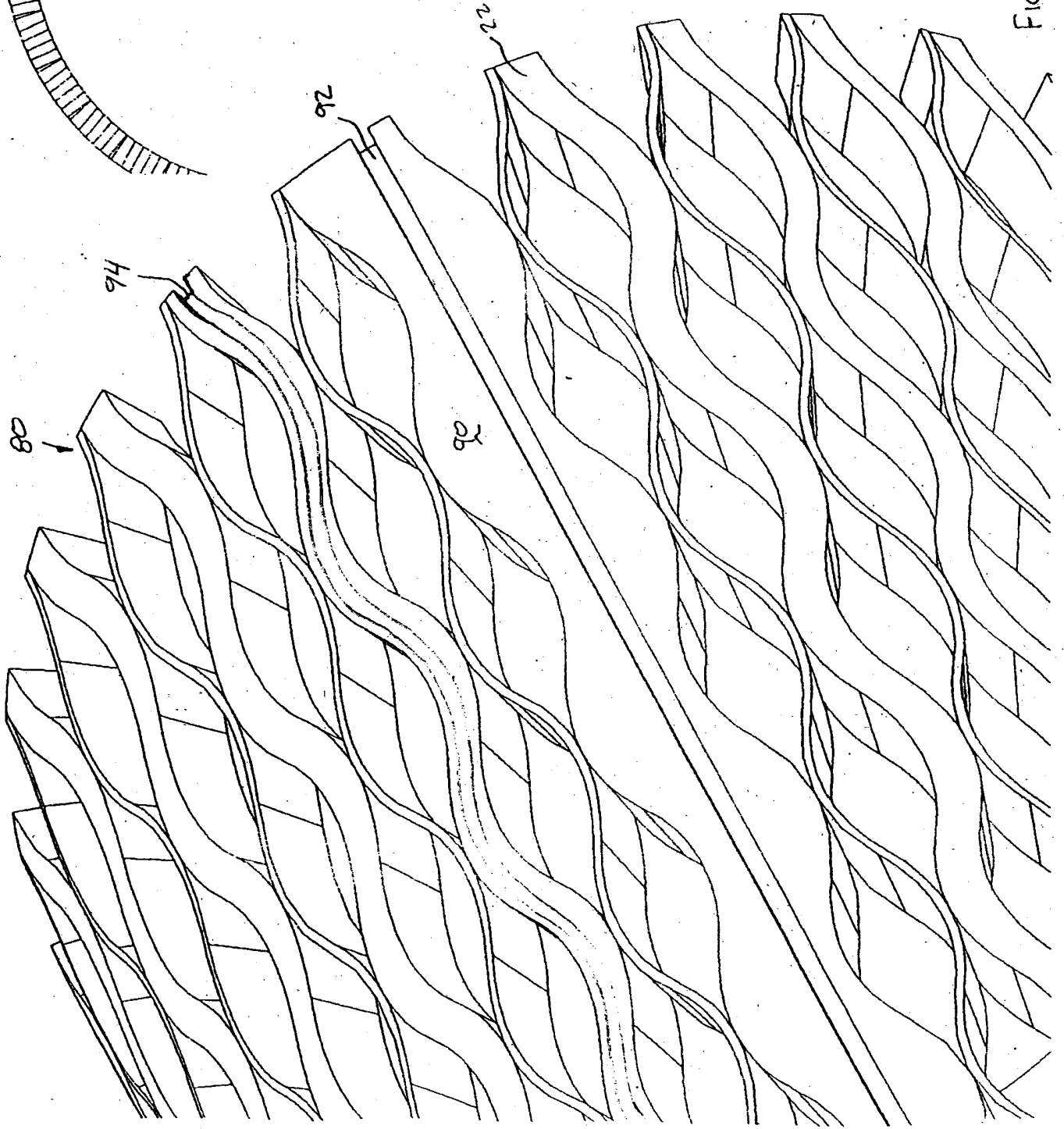


FIG. 17A

A B R E G E

Tube extensible et procédé.

Appareil convenant à une utilisation dans un trou de forage et comprenant un dispositif bistable extensible (24). Un exemple du dispositif présente une pluralité de cellules bistables (23) conformées en tube. Chaque cellule bistable (23) comprend au moins deux éléments allongés (21, 22) qui sont raccordés l'un à l'autre à leurs extrémités. Le dispositif est stable dans une première configuration et dans une seconde configuration.

Fig. 4A et 4B



Office européen  
des brevets

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2  
de la loi belge sur les brevets d'invention  
du 28 mars 1984

Numero de la demande  
nationale

BO 8388  
BE 200100680

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.7)
	ABSENCE D'UNITE D'INVENTION voir feuille supplémentaire B ----		E21B43/10 E21B43/08 E21B47/12
X	WO 86 02124 A (DIAMANT BOART SA) 10 avril 1986 (1986-04-10) * page 8, ligne 30 - page 9, ligne 12 * ----	32	
E	WO 02 25057 A (SCHLUMBERGER HOLDINGS;SOFITECH NV ; SCHLUMBERGER CA LTD (CA); SCHL) 28 mars 2002 (2002-03-28) * abrégé * ----	32,39,40	
A	WO 98 32412 A (BESSELINK PETRUS ANTONIUS ;SCIMED LIFE SYSTEMS INC (US)) 30 juillet 1998 (1998-07-30) * le document en entier * ----	1-35, 37-40	
A	WO 98 49423 A (SHELL CANADA LTD ;SHELL INT RESEARCH (NL)) 5 novembre 1998 (1998-11-05) * figure 4 * -----	1-35, 37-40	
			<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)</b>
			E21B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 octobre 2003		Garrido Garcia, M	
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>			
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		.....	
		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C48)

**ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION  
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B**

Numéro de la demande

BO 8388  
BE 200100680

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-35,37-40

Dispositif bistable destiné à être utilisé dans un trou de forage, et procédé comprenant un tel dispositif

2. revendications: 36,41-49

Système permettant de faciliter la communication le long d'un trou de forage comprenant un tube extensible

La recherche a été limitée au premier sujet.

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 8388  
BE 200100680

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

14-10-2003

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 8602124      A	10-04-1986	BE 900733 A1	01-02-1985
		AT 37425 T	15-10-1988
		AU 4957785 A	17-04-1986
		WO 8602124 A1	10-04-1986
		DE 3565149 D1	27-10-1988
		EP 0232268 A1	19-08-1987
		NO 862185 A	02-06-1986
		ZA 8507606 A	25-06-1986
WO 0225057      A	28-03-2002	US 6431271 B1	13-08-2002
		AU 9186001 A	02-04-2002
		CA 2422800 A1	28-03-2002
		WO 0225057 A1	28-03-2002
		GB 2385077 A	13-08-2003
		NO 20031263 A	20-03-2003
WO 9832412      A	30-07-1998	AU 746009 B2	11-04-2002
		AU 6038198 A	18-08-1998
		BR 9806794 A	16-05-2000
		CN 1261262 T	26-07-2000
		EP 0961597 A2	08-12-1999
		JP 2001511030 T	07-08-2001
		US 6488702 B1	03-12-2002
		WO 9832412 A2	30-07-1998
		US 2003074052 A1	17-04-2003
		WO 9849423      A	05-11-1998
AU 7651798 A	24-11-1998		
BR 9809005 A	08-08-2000		
DE 69810610 D1	13-02-2003		
DE 69810610 T2	03-07-2003		
DK 980462 T3	07-04-2003		
WO 9849423 A1	05-11-1998		
EP 0980462 A1	23-02-2000		
NO 995248 A	27-10-1999		
NZ 337859 A	27-03-2000		
RU 2197600 C2	27-01-2003		