



NUMERO DE PUBLICATION : 1004592A4

NUMERO DE DEPOT : 8700429

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

Classif. Internat.: G21C

Date de délivrance : 22 Décembre 1992

Le Ministre des Affaires Economiques,

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

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 21 Avril 1987 à 15h20
à l' Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : FRAMATOME;COMPAGNIE GENERALE DES MATIERES NUCLEAIRES
Tour Fiat-1, place de la Coupole, 92400 COURBEVOIE(FRANCE);rue Paul Dautier 2, 78140
VELIZY VILLACOUBLAY (FRANCE)

représenté(e)s par : PIRSON Jean, BUREAU GEVERS S.A., Rue de Livourne 7 - B 1050
BRUXELLES.

un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes
annuelles, pour : PROCEDE DE CHEMISAGE DE TUBE D' INSTRUMENTATION D' ASSEMBLAGE
COMBUSTIBLE NUCLEAIRE ET ASSEMBLAGE A TUBE CHEMISE.

INVENTEUR(S) : Delevallee Alain, place d'Helvétie 2, 69130 Ecully (FR); Lagarrigue
Francis, chemin de la Croix Pivort 43, 69110 Sainte Foy les Lyon (FR)

Priorité(s) 22.04.86 FR FRA 8605796

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) demandeur(s).

Bruxelles, le 22 Décembre 1992
PAR DELEGATION SPECIALE :

G. DE CUYPERE
Secrétaire d'administration

Procédé de chemisage de tube d'instrumentation d'assemblage combustible nucléaire et assemblage à tube chemisé

La présente invention concerne les assemblages combustibles nucléaires du type comprenant deux embouts
5 reliés par des tirants le long desquels sont réparties des grilles de maintien de crayon de combustible et un tube d'instrumentation dont une extrémité est emmanchée dans un alésage borgne ménagé dans un des dits embouts.

On utilise notamment des assemblages du type
10 ci-dessus dans les réacteurs à eau sous pression. Le tube d'instrumentation, placé dans l'axe de l'assemblage, est prévu pour recevoir un tube appelé "doigt de gant", flexible, déplaçable à travers le fond de la cuve du réacteur de façon à être inséré dans le coeur lors du
15 fonctionnement du réacteur et rétracté hors du coeur pendant les périodes de rechargement en combustible. Lorsque le "doigt de gant" est inséré dans le coeur, il permet d'amener, à l'aide d'un flexible commandé par un ensemble électromécanique situé hors de la cuve, une
20 sonde de mesure dans le coeur et d'extraire cette sonde.

Dans un assemblage qu'on peut considérer comme représentatif, une des extrémités du tube d'instrumentation s'ouvre par un étranglement de passage du réfrigérant, destiné à limiter le débit qui s'écoule
25 entre le "doigt de gant" et le tube d'instrumentation. Diverses considérations conduisent à donner au tube d'instrumentation un diamètre interne nettement supérieur au diamètre externe du "doigt de gant" qui s'y engage. Le jeu qui en résulte, ainsi que les interrup-
30 tions du guidage entre les différents constituants internes du réacteur, provoquent l'apparition de vibrations du "doigt de gant", soumis à l'action du réfrigérant qui s'écoule dans le tube d'instrumentation, éventuellement aux courants transverses de réfrigérant, et

enfin aux vibrations des parties internes qui portent les éléments de guidage.

Dans les réacteurs de grande puissance maintenant en service, la vitesse élevée du réfrigérant provoque des vibrations suffisamment intenses pour provoquer une usure mécanique des "doigts de gant" et des tubes d'instrumentation. Or, une rupture intervenant sur un tube d'instrumentation risque de faire apparaître des jets transversaux du réfrigérant vers les crayons adjacents.

La présente invention vise notamment à fournir un procédé de chemisage d'un tube d'instrumentation d'assemblage du type ci-dessus défini, permettant de réduire les jeux et en conséquence l'amplitude des vibrations, procédé pouvant être mis en oeuvre sans démontage d'un assemblage existant et sans augmenter de façon notable l'absorption de neutrons par la structure de l'assemblage.

Dans ce but l'invention propose notamment un procédé suivant lequel :

a/ on perce l'embout d'un trou de diamètre correspondant à celui d'un tube de chemisage, se raccordant à l'alésage par un épaulement ;

b/ on introduit le tube de chemisage dans le tube d'instrumentation par le dit trou ;

c/ on centre le tube de chemisage dans le tube d'instrumentation par des expansions locales du tube de chemisage situées chacune entre deux grilles ;

d/ on insère dans le tube de chemisage un capuchon présentant une collerette d'appui sur l'embout, une jupe mince déformable et un fond percé d'un orifice cabibré de passage de réfrigérant ; et

e/ on immobilise définitivement le tube de chemisage par expansion circulaire simultanée de la jupe mince du capuchon et du tube de chemisage contre l'épaulement.

L'adjonction du tube de chemisage réduit le jeu laissé au "doigt de gant" ; la présence du capuchon permet encore de limiter le débit d'un réfrigérant autour du "doigt de gant" à une valeur appropriée ; le risque de fuite vers les crayons combustibles est écarté. Enfin, le montage reste tel que le tube d'instrumentation peut se dilater ou se contracter par rapport au squelette de l'assemblage, du fait qu'on ne lui impose aucune liaison supplémentaire avec les embouts.

Dans ce but, l'invention propose notamment un assemblage du type ci-dessus défini, caractérisé en ce qu'un tube de chemisage mince, de diamètre externe inférieur en diamètre interne du tube d'instrumentation, est contenu dans le tube d'instrumentation et dans les deux embouts et est centré dans le tube d'instrumentation par des expansions locales ménagées dans les intervalles entre grilles et en ce qu'un capuchon inséré dans une extrémité du tube de chemisage comporte une collerette d'appui sur l'embout correspondant, une jupe mince déformable et un fond percé d'un orifice calibré de passage de réfrigérant, le tube de chemisage et le capuchon étant solidarisés de façon permanente de l'embout correspondant par une expansion de leurs parois en contact contre un épaulement de l'alésage.

Les expansions locales sont avantageusement ménagées en diagonale entre les crayons adjacents au tube d'instrumentation, à 45° de ces tubes dans le cas fréquent d'un assemblage où les crayons sont répartis suivant un réseau carré. Le tube de chemisage comporte avantageusement une collerette terminale présentant une saillie faible, prévue pour venir en appui contre un chanfrein conique du trou dans l'embout. On peut alors solidariser le tube de chemisage de l'embout de façon suffisante pour éviter les déplacements relatifs, avant fixation définitive à l'aide du capuchon, par expansion locale, de profondeur limitée, du tube de chemisage

contre l'épaulement. La fixation définitive est réalisée à l'aide du capuchon, qui présente avantageusement une collerette d'appui radial destiné à venir en contact sur un redan de l'embout entourant l'alésage et dont l'expansion applique à force la collerette sur le redan.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode particulier de réalisation de l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en élévation et en coupe partielle montrant les parties terminales d'un assemblage de type connu, possédant un tube d'instrumentation axial.

- la figure 2 est une vue en coupe suivant l'axe du tube d'instrumentation, montrant les extrémités de ce dernier et les modifications apportées par l'invention.

- la figure 3 est une vue de détail à grande échelle montrant des bossages de centrage ménagés par expansions locales du tube de chemisage de la figure 2 pour centrer ce tube.

- la figure 4, similaire à la figure 3, montre la fixation du tube de chemisage dans l'embout supérieur de l'assemblage.

L'assemblage combustible dont une fraction est montrée en figure 1 comporte un faisceau de crayons combustibles 10 et un squelette de maintien de ces crayons. Le squelette comprend un embout supérieur 12 (dont seule une fraction est représentée), un embout inférieur 14, des tirants 16 de jonction des embouts 12 et 14, et un tube d'instrumentation central 18. Des grilles 20 fixées au tirant 16, et qu'on supposera régulièrement réparties le long du faisceau de crayons 10, maintiennent ces derniers suivant un réseau régulier.

Le tube d'instrumentation 18 doit être monté de

façon à pouvoir se dilater ou se contracter par rapport au squelette. Pour cela, le tube 18 est simplement engagé à sa partie inférieure dans un alésage de l'embout 14. Il est fixé à sa partie supérieure à l'embout 12 par un fourreau 22 relié par soudure à l'embout 12. Le tube d'instrumentation 18 peut être fixé au fourreau 22 par expansion interne (non représenté) déformant les parois l'une dans l'autre.

L'extrémité haute du fourreau 22 est engagée dans un alésage borgne 24 de la plaque adaptatrice de l'embout 12. Le fond de cet alésage est percé d'un trou formant étranglement sur le trajet de réfrigérant qui circule dans le tube 18. Le diamètre de ce trou est prévu pour limiter le débit à une valeur acceptable.

Lors du fonctionnement du réacteur, le tube d'instrumentation 18 contient un "doigt de gant" 26, représenté en traits mixtes sur la figure 1, guidé à la traversée de la plaque inférieure de coeur 28 par un manchon 30. Ce "doigt de gant" présente un diamètre notablement inférieur au diamètre intérieur du tube d'instrumentation 18. Le jeu ainsi créé, ainsi que l'absence de solidarisation entre le manchon 30 et le tube 18, sont de nature à provoquer des vibrations sous l'action du courant de réfrigérant qui parcourt le coeur et le tube 18.

Dans un assemblage qu'on peut considérer comme représentatif, le diamètre interne du tube d'instrumentation 18 est de 11,43 mm, alors que le diamètre externe du "doigt de gant" est de 7,5 mm, ce qui offre une latitude importante de battement au "doigt de gant" et se traduit par un risque d'endommagement du tube d'instrumentation, constitué en alliage à base de zirconium pour réduire son absorption neutronique.

On décrira maintenant, en faisant référence aux figures 2 à 4, un procédé de chemisage du tube d'instrumentation permettant de réduire l'amplitude des

vibrations du "doigt de gant" et d'écarter le risque de fuites provoquant des jets transversaux sur les crayons, sans pour autant augmenter notablement l'absorption neutronique.

5 Le chemisage consiste à mettre en place un tube supplémentaire, de faible épaisseur, en matériau à faible absorption neutronique, centré dans le tube d'instrumentation. Le tube de chemisage peut présenter un diamètre externe inférieur au diamètre interne du tube d'instrumentation à condition de prévoir des moyens le maintenant centré dans ce dernier : on verra que ces moyens sont constitués par des déformations locales et réparties du tube de chemisage d'épaisseur constante, déformation constituant des expansions réalisables à l'aide des mors écartables d'une pince. Les diverses opérations peuvent être effectuées en piscine, par exemple dans une installation du genre décrit dans la demande FR 83 16 145.

20 On décrira maintenant les opérations successives de chemisage.

La première opération consiste à usiner la plaque adaptatrice de l'embout supérieur 12 pour supprimer le fond de l'alésage 24 et passer de la forme montrée en tirets sur la figure 2 à la forme montrée en trait plein. Cette opération peut être réalisée au moyen d'une fraise guidée par un masque mis temporairement en place sur l'embout supérieur. Le fraisage donne naissance à un trou de diamètre correspondant à celui du tube de chemisage, trou qui se raccorde à l'alésage par un épaulement 26 et à la face terminale de la plaque adaptatrice de l'embout 12 par un chanfrein 28 et un redan 30. Dans le cas mentionné plus haut d'un tube d'instrumentation ayant un diamètre interne de 11,43 mm, on peut utiliser un tube de chemisage 32 en alliage à base de zirconium ayant un diamètre interne de 9,48 mm et une épaisseur de 0,62 mm.

Le tube de chemisage 32 est ensuite inséré à travers le trou ménagé dans la plaque adaptatrice de l'embout 12. Pour faciliter l'insertion du tube à l'aide d'une pince commandée à distance, une ogive 34 (Fig.3) peut être temporairement placée à l'extrémité basse du tube. Une collerette 36, d'inclinaison correspondante à celle du chanfrein 28, est prévue sur le tube 32 pour prendre appui sur le chanfrein et fixer ainsi la position du tube 32. On déforme ensuite le tube 32 pour lui donner une préexpansion de faible amplitude sous l'épaule 26, de façon à maintenir ce tube 32 pendant les opérations qui précèdent sa fixation définitive. Cette expansion, réalisée par exemple à l'aide d'une pince à quatre mors expansible, est indiquée schématiquement en tirets sur la figure 4. A l'aide d'une autre pince, on réalise ensuite des expansions localisées de centrage du tube de chemisage 32 dans le tube d'instrumentation 18. Ces expansions 38 (fig. 3) sont prévues pour ne pas provoquer de déformation du tube d'instrumentation 18. Elles sont réalisées sensiblement au milieu de l'intervalle qui sépare deux grilles successives, les expansions entre deux grilles étant alignées suivant une direction à 45° d'un crayon adjacent aux tubes. A l'aide de la même pince, on peut réaliser une expansion circulaire, ou deux jeux d'expansion localisés de centrage à 45°. Dans le cas illustré en figure 3, on a montré une expansion 38. Cette expansion peut présenter une saillie de 0,3 mm, dans le cas de tubes ayant les caractéristiques mentionnées plus haut. Une fois les expansions effectuées, l'ogive 34 est éjectée à l'aide de la pince d'expansion et la pince est retirée.

Enfin, on met en place un capuchon 40 de solidarisation permanente du tube de chemisage 32 et de l'embout 12. Ce capuchon joue également un rôle d'étrangleur limitant le débit dans le tube de chemisage. Le

capuchon 40 comporte une jupe déformable terminée par une collerette radiale 42 d'appui sur le redan 30. L'extrémité de la jupe opposée à la collerette est fermée par un fond percé d'un orifice calibré 44 de passage de réfrigérant (Fig.2).

Le capuchon 40 est inséré jusqu'à ce que sa collerette 42 soit en appui. Puis un outil d'expansion radial est inséré et actionné au niveau de l'expansion de fixation temporaire du tube de chemisage 32 pour assurer un blocage complet. L'expansion, qui pourra avoir une profondeur de 0,70 mm environ, verrouille le capuchon 40 sur le tube 32 et ce dernier contre l'épaule-
ment 26. Le capuchon ne débordant pas de l'embout supérieur, il peut être constitué en matériau ayant des caractéristiques mécaniques élevées pour écarter tout risque de désolidarisation du tube 32 et de l'embout. Il peut notamment être en acier inoxydable.

REVENDEICATIONS :

1. Procédé de chemisage d'un tube d'instrumentation d'assemblage combustible nucléaire comprenant deux embouts reliés par des tirants le long desquels
5 sont réparties des grilles de maintien de crayons de combustible, une des extrémités du tube d'instrumentation étant emmanchée dans un alésage borgne ménagé dans un des dits embouts et s'ouvrant par un étranglement de passage de réfrigérant, caractérisé en
10 ce que :

a/ on perce l'embout (12) d'un trou de diamètre correspondant à celui d'un tube de chemisage, se raccordant à l'alésage par un épaulement ;

b/ on introduit le tube de chemisage (32) dans
15 le tube d'instrumentation (18) par le dit trou ;

c/ on centre le tube de chemisage dans le tube d'instrumentation par des expansions locales (38) du tube de chemisage (32) situées chacune entre deux grilles (20) ;

20 d/ on insère dans le tube de chemisage un capuchon (40) présentant une collerette (42) d'appui sur l'embout, une jupe mince déformable et un fond percé d'un orifice calibré (44) de passage de réfrigérant ; et

e/ on immobilise définitivement le tube de
25 chemisage par expansion circulaire simultanée de la jupe mince du capuchon et du tube de chemisage contre l'épaulement (26).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les expansions locales sont réalisées par
30 couples à intervalles égaux à la distance séparant trois grilles successives.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'en cours de l'étape (b) :

(b1) on introduit le tube de chemisage (32) jus-
35 qu'à ce qu'une collerette terminale (36) du tube vienne

en appui contre un chanfrein dans l'embout ; et

(b2) on maintient le tube de chemisage par expansion locale contre l'épaule (26);

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'au cours de l'étape (a) on ménage sur l'embout un redan (30) de réception de la collerette d'appui (42) du capuchon (40) sur la face terminale de l'embout opposée à l'alésage.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdites expansions locales sont ménagées en diagonale entre les crayons adjacents au tube d'instrumentation.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on centre le tube de chemisage dans l'autre embout (14) par expansion (39).

7. Assemblage combustible nucléaire comprenant deux embouts reliés par des tirants le long desquels sont réparties des grilles de maintien de crayons de combustible, et un tube d'instrumentation dont une extrémité est emmanchée dans un alésage borgne ménagé dans un desdits embouts, caractérisé en ce qu'un tube de chemisage mince (32), de diamètre externe inférieur au diamètre interne du tube d'instrumentation (18), est contenu dans le tube d'instrumentation et dans les deux embouts et est centré dans le tube d'instrumentation par des expansions locales (38) ménagées dans les intervalles entre grilles et en ce qu'un capuchon (40) inséré dans une extrémité du tube de chemisage (32) comporte une collerette (42) d'appui sur l'embout correspondant (12), une jupe mince déformable et un fond percé d'un orifice calibré (44) de passage de réfrigérant, le tube de chemisage et le capuchon étant solidarités de façon permanente de l'embout correspondant par une expansion de leurs parois en contact contre un épaule (26) de l'alésage.

8. Assemblage selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdites expansions locales (39) ont une saillie telle qu'elles ne provoquent pas de déformation du tube d'instrumentation.

5 9. Assemblage selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que les tubes (18, 32) sont en alliage à base de zirconium, et en ce que le capuchon (40) est en acier inoxydable ou en alliage à base de zirconium
10 ainsi qu'un fourreau (22) interposé entre la partie terminale du tube d'instrumentation et l'embout portant le capuchon.

FIG.1.

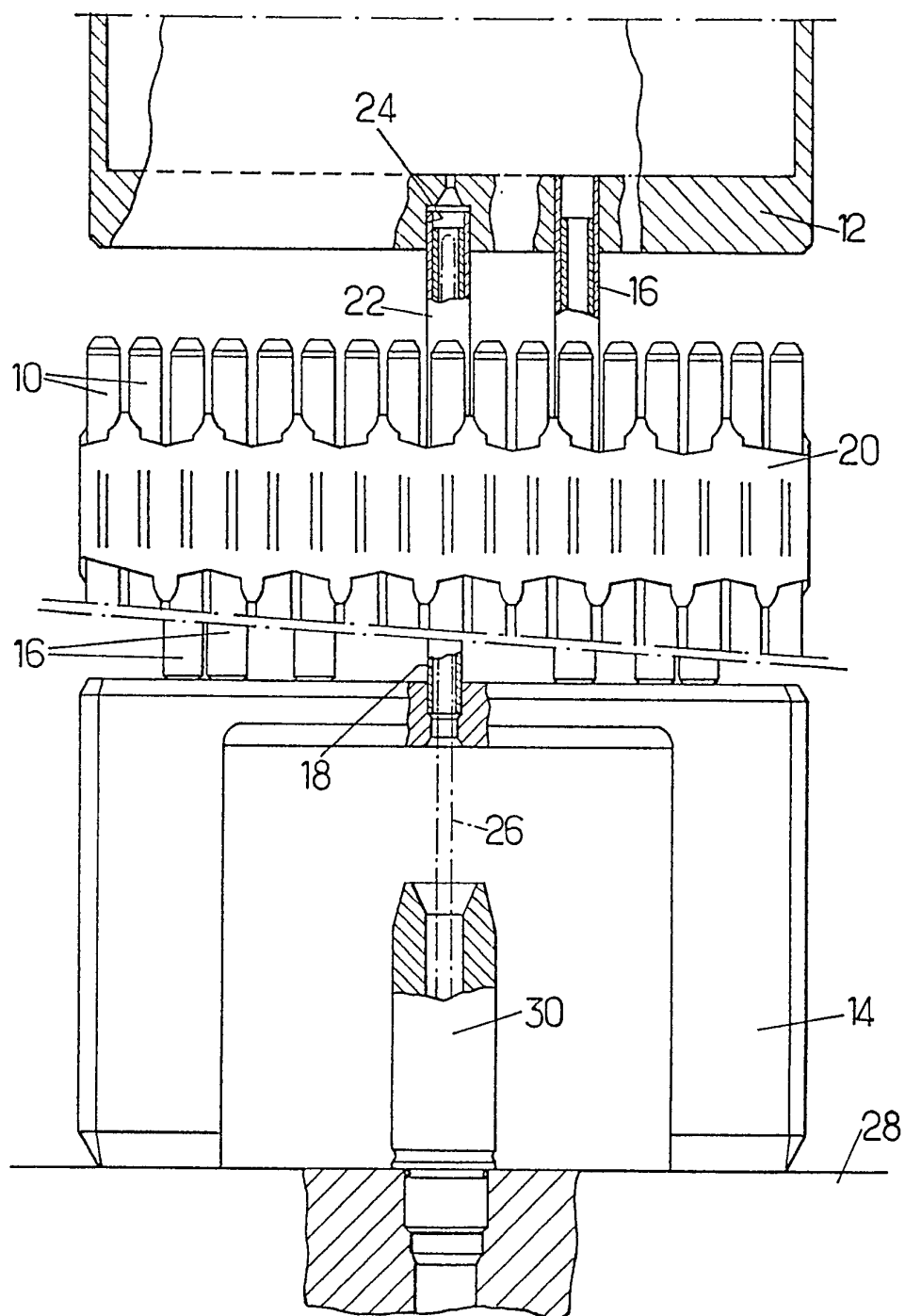


FIG.2.

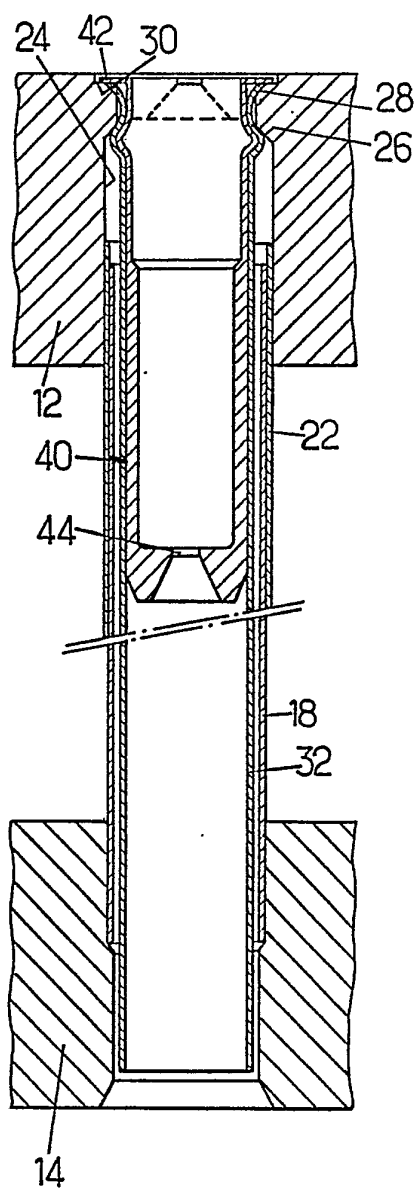


FIG.3.

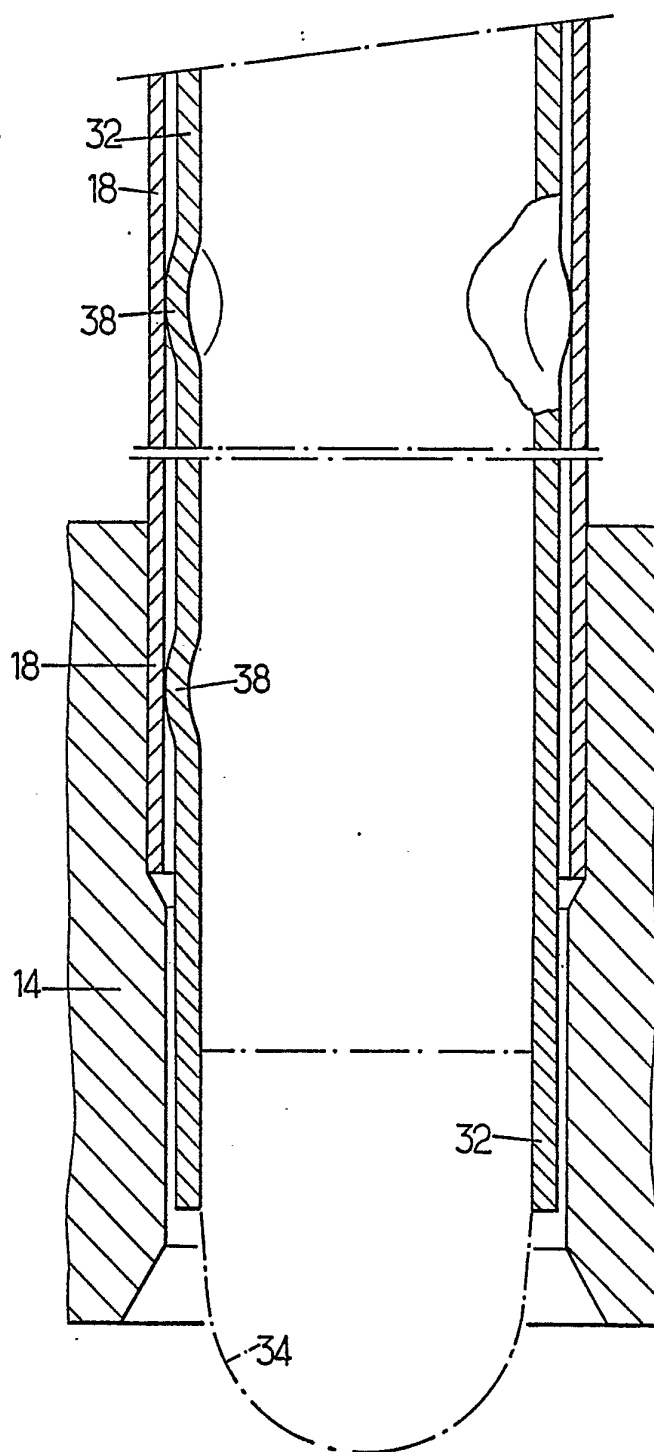
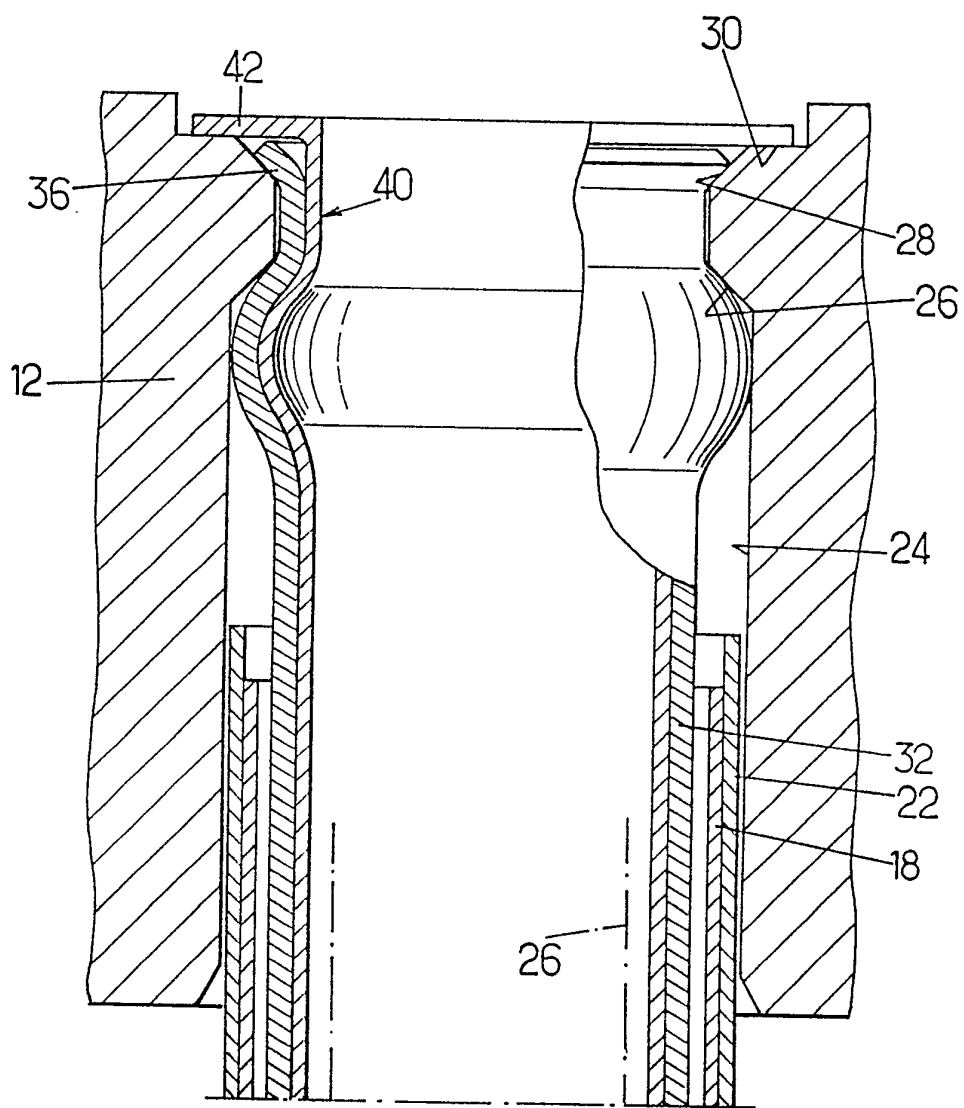


FIG.4.





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

BE 8700429
BO 3383

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.4)
A	US-A-4 284 475 (ANTHONY) * colonne 2, ligne 63 - colonne 3, ligne 5; figures 1,3 * ---	1,7	G21C17/108 G21C3/326
A	FR-A-2 533 741 (WESTINGHOUSE) * page 7, ligne 18 - page 8, ligne 32; figures 1,3,4 * ---	1,7	
A	REVUE GENERALE NUCLEAIRE vol. 1985, no. 3, Mai 1985, PARIS pages 261 - 262; 'Parer à l'usure des doigts de gants' * page 261, à droite en bas les deux dernières alinéas * -----	1,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			G21C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
LA HAYE		JANDL F.	
11 JUIN 1992			
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	

EPO FORM 1503 03.92 (P0448)

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

BE 8700429
BO 3383

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.

11/06/92

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US-A-4284475	18-08-81	Aucun	
FR-A-2533741	30-03-84	BE-A- 897818	23-03-84
		CA-A- 1210534	26-08-86
		DE-A- 3330357	29-03-84
		GB-A, B 2129189	10-05-84
		JP-B- 3018159	11-03-91
		JP-A- 59090081	24-05-84
		US-A- 4641409	10-02-87