



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt : **91400409.8**

⑤① Int. Cl.⁵ : **B21C 37/29, G21C 13/02**

㉔ Date de dépôt : **15.02.91**

③① Priorité : **06.03.90 FR 9002817**

④③ Date de publication de la demande :
11.09.91 Bulletin 91/37

⑧④ Etats contractants désignés :
AT BE DE NL SE

⑦① Demandeur : **FRAMATOME**
Tour Fiat 1, Place de la Coupole
F-92400 Courbevoie (FR)

⑦② Inventeur : **Fournier, Yves**
26 Avenue Lacaille d'Esse
F-71530 Chatenoy le Royal (FR)

⑦④ Mandataire : **Jacobson, Claude et al**
Cabinet Lavoix 2, Place d'Estienne d'Orves
F-75441 Paris Cedex 09 (FR)

⑤④ **Procédé et installation de formage d'une lèvre circulaire autour d'une ouverture.**

⑤⑦ Après avoir usiné un lamage (4), on repousse le fond de ce lamage au moyen de galets (31) entraînés en mouvement orbital, l'angle que la surface d'attaque des galets forme avec l'axe (Y-Y) de l'ouverture (2) étant progressivement réduit au fur et à mesure de l'avance du porte-galets (28).
Application à la formation de lèvres de raccordement autour des ouvertures d'une virole de cuve de réacteur nucléaire.

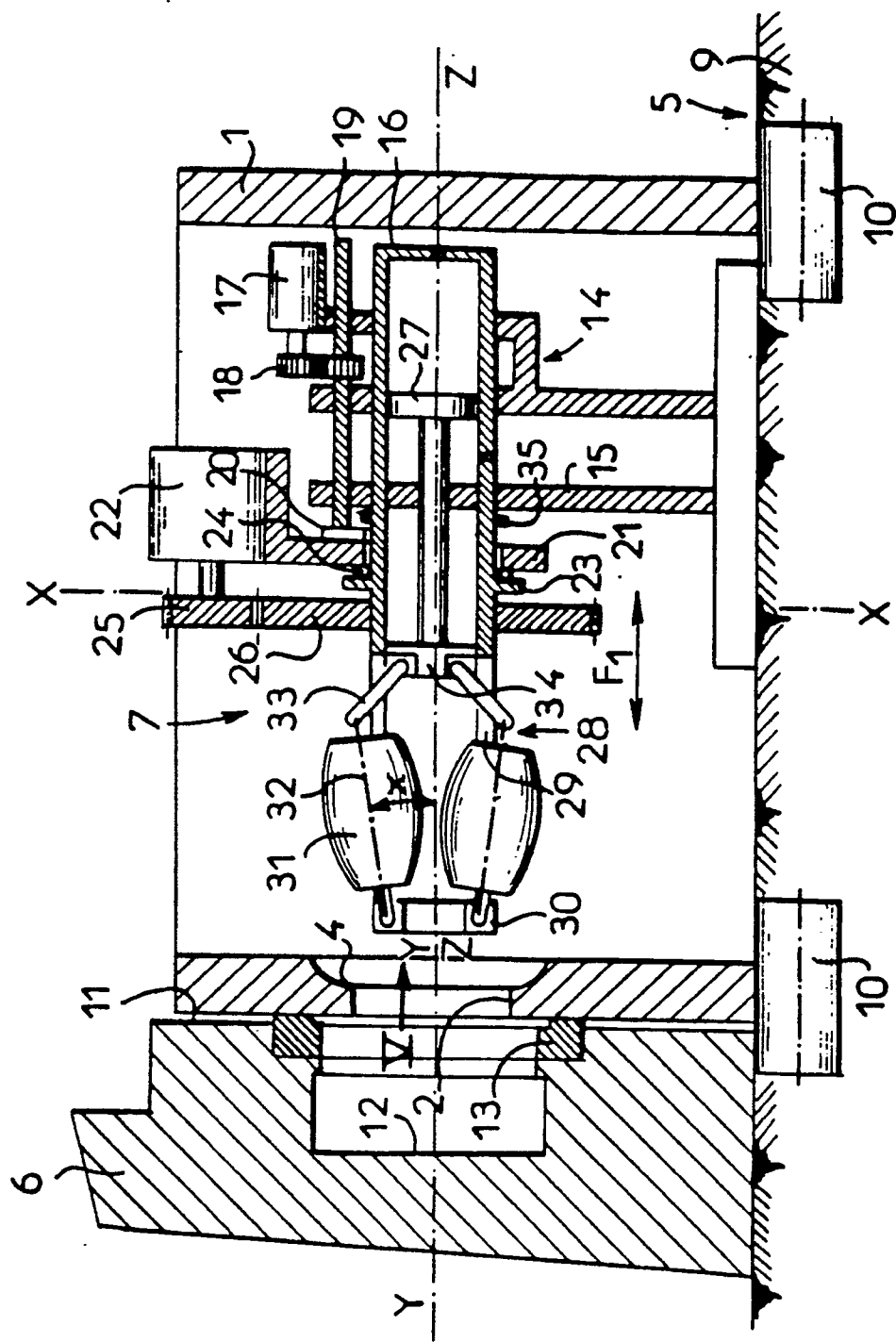


FIG. 3

PROCEDE ET INSTALLATION DE FORMAGE D'UNE LEVRE CIRCULAIRE AUTOUR D'UNE OUVERTURE

La présente invention est relative à un procédé pour former une lèvre circulaire autour d'une ouverture d'une paroi, notamment d'une virole, de forte épaisseur, l'épaisseur de la lèvre étant relativement faible par rapport à celle de la paroi, du type dans lequel on usine un lamage autour de l'ouverture, du côté opposé à la lèvre à réaliser, puis on repousse axialement contre une matrice, du côté opposé au lamage, le métal formant le fond de celui-ci.

Dans certaines applications, on désire pourvoir une paroi de forte épaisseur d'au moins une ouverture entourée par une lèvre en saillie axiale. C'est notamment le cas pour les viroles des cuves de réacteurs nucléaires, auxquelles doivent être raccordées un certain nombre de conduites. Ces conduites peuvent en effet être reliées par soudage sur l'extrémité des lèvres en question, lesquelles remplacent avantageusement les tubulures d'attente rapportées décrites par exemple dans le FR-A-2 517 575.

Cependant, les techniques actuelles de formage de lèvres du type précité, basées sur le principe du poinçonnage (voir par exemple le FR-A- 1 198 440), ne donnent pas entière satisfaction en pratique. En effet, avec ces procédés, le rayon intérieur de raccordement de la lèvre est d'autant plus grand que l'on cherche à obtenir une saillie importante de cette dernière.

L'invention a pour but de permettre, selon un procédé efficace et économique, la fabrication de lèvres relativement minces par rapport à la paroi de la virole, l'épaisseur de ces lèvres étant typiquement inférieure ou égale à la moitié de l'épaisseur de la paroi, en maintenant une géométrie de l'alésage voisin du cylindre, ce qui permet de conserver la plus grande possible la section de métal disponible dans la virole pour le renforcement de l'ouverture.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé du type précité, caractérisé en ce qu'on effectue l'opération de repoussage au moyen d'au moins un galet monté rotatif sur un axe et entraîné en mouvement orbital autour de l'axe de l'ouverture, l'angle que la surface d'attaque du galet forme avec cet axe étant progressivement réduit au cours d'au moins une partie de l'avance du galet.

Suivant une autre caractéristique du procédé, ladite réduction d'angle est obtenue en réduisant l'angle que l'axe du galet forme avec celui de l'ouverture, et/ou grâce à un profil convexe du galet.

L'invention a également pour objet une installation destinée à la mise en oeuvre d'un tel procédé. Cette installation est caractérisée en ce qu'elle comprend :

- un porte-galets muni de moyens de déplacement suivant son axe ;

- au moins un galet monté rotatif sur un axe qui est porté excentriquement par le porte-galets ;
- des moyens pour entraîner le galet suivant un mouvement orbital autour de l'axe du porte-galets ; et

- des moyens pour faire varier l'inclinaison de l'axe du galet par rapport à l'axe du porte-galets.

Le galet peut notamment avoir un profil en tonneau ou, en variante, un profil conique.

De façon avantageuse, dans son application au formage d'une lèvre sur une virole, l'installation peut comprendre en outre des rouleaux de support de la virole avec son axe vertical, ces rouleaux étant répartis sur une circonférence et orientés radialement par rapport à celle-ci. La manutention de la virole entre une position de préchauffage/chauffage et une position d'usinage peut alors se faire rapidement et facilement, par simple rotation de la virole, sans intervention d'un pont roulant.

Un exemple de mise en oeuvre de l'invention va maintenant être décrit en regard des dessins annexés, sur lesquels :

- la Fig. 1 est une demi-vue en coupe axiale d'une virole usinée conformément à l'invention ;
- les Figs. 2A à 2C sont des vues partielles de détail illustrant les phases successives d'usinage conduisant à la virole de la Fig. 1 ;
- la Fig. 3 représente schématiquement, en coupe verticale, une installation conforme à l'invention ;
- la Fig. 4 est une vue en plan d'une partie de l'installation de la Fig. 3 ; et
- la Fig. 5 est une vue partielle prise suivant la flèche V de la Fig. 3.

La Fig. 1 représente la demi-section méridienne d'une virole cylindrique 1 d'axe X-X vertical, comportant au moins une ouverture circulaire latérale 2, d'axe Y-Y perpendiculaire à l'axe X-X. Cette ouverture est délimitée par une surface intérieure sensiblement tronconique, légèrement convergente vers l'extérieur de la virole. Cette virole, de forte épaisseur a , peut notamment faire partie de la cuve d'un réacteur nucléaire. Une lèvre circulaire 3, en saillie vers l'extérieur sur la virole, entoure l'ouverture 2. Cette lèvre est destinée au raccordement par soudage bout-à-bout d'une canalisation extérieure (non représentée) de même diamètre intérieur.

L'usinage de la lèvre 3 comporte trois phases illustrées aux Fig. 2A à 2C respectivement : découpage d'une galette circulaire de diamètre b (Fig. 2A), usinage côté intérieur, sur le pourtour de l'orifice ainsi obtenu, d'un lamage 4 dont la profondeur c est sensiblement égale à $a/2$ (Fig. 2B) ; et extrusion par repoussage de la lèvre 3 (Fig. 2C). La lèvre 3 fait sail-

lie axialement, suivant l'axe Y-Y, d'une distance \underline{d} par rapport à la paroi cylindrique extérieure de la virole. A son extrémité, elle possède une épaisseur radiale \underline{e} et définit une ouverture d'entrée de diamètre \underline{f} . Pour une lèvre sur laquelle doit être soudée une conduite de circuit primaire d'un réacteur nucléaire à eau sous pression, on a typiquement, en valeurs approximatives, $\underline{a} = 300$ mm, $\underline{c} = 150$ mm, $\underline{d} = 100$ à 120 mm, $\underline{e} = 100$ mm et $\underline{f} = 700$ mm, avec une surface intérieure de l'ouverture 2 convergeant suivant un angle de 6° par rapport à l'axe Y-Y.

On décrira maintenant plus en détail l'étape d'extrusion de la lèvre 3, en regard des Fig. 3 à 5.

L'installation utilisée pour cette opération comprend un support de virole 5, un bloc d'appui 6, une machine de galetage 7 et un appareil de chauffage 8.

Le support 5 est constitué d'un socle 9 dans lequel sont montés quatre rouleaux 10 de forme cylindrique régulièrement répartis sur un cercle C dont le diamètre correspond à celui de la virole et qui sont orientés radialement. La génératrice supérieure des rouleaux 10 dépasse légèrement le niveau du socle 9.

Le bloc 6 est fixé sur le socle 9 à l'extérieur du cercle C, entre deux rouleaux 10. Il présente un évidement cylindrique 11 coaxial au cercle C (Fig. 4), recevant un secteur de la virole 1 lorsque celle-ci est posée sur les rouleaux 10. Dans cet évidement est ménagée une cavité cylindrique 12 (Fig. 3) dont l'axe coïncide avec l'axe Y-Y pendant l'opération de repoussage décrite plus loin. L'entrée de cette cavité 12 est bordée d'une matrice d'appui circulaire 13 dont le profil correspond au profil extérieur de la lèvre 3 à réaliser.

La machine de galetage 7 est entièrement disposée à l'intérieur du cercle C. Elle comprend un bâti 14 comprenant lui-même deux montants verticaux 15 dans une ouverture circulaire desquels est monté, à coulissement et à rotation, un corps de vérin cylindrique 16 dont l'axe Z-Z est confondu avec celui de la cavité 12. Un premier moteur électrique 17 porté par le bâti peut entraîner en rotation, via un engrenage 18, une vis de poussée 19 parallèle à l'axe X-X, guidée par le bâti 14. Cette vis agit par l'intermédiaire d'un patin d'extrémité 20 sur une plaque verticale 21, perpendiculaire à l'axe Z-Z et guidée en translation parallèlement à cet axe, qui est traversée librement par le cylindre 16. En variante, le système vis-écrou peut être remplacé par un vérin hydraulique ou pneumatique à double effet. La plaque 21 constitue un support pour un second moteur électrique 22 et prend appui vers l'extérieur, c'est-à-dire vers le bloc 6, contre une collerette 23 solidaire du cylindre 16, ceci par l'intermédiaire d'un roulement à billes 24. Le moteur 22 comporte un pignon de sortie 25, qui engrène avec un pignon 26 solidaire du cylindre 16. Bien entendu, d'autres ensembles moteur 17-engrenage 18-vis 19

peuvent être prévus et régulièrement répartis autour de l'axe Z-Z.

Le cylindre 16 forme un corps de vérin hydraulique ou pneumatique à double action dans lequel se déplace un piston 27. Ce corps est prolongé vers l'extérieur par un porte-galets cylindrique 28 constitué de trois longerons 29 parallèles à l'axe Z-Z (Fig. 5) et reliés à leur extrémité extérieure par une couronne 30 (Fig. 3 et 4).

Trois galets 31 à profil en tonneau sont intercalés entre les longerons 29 (Fig. 5), en saillie radiale par rapport à ceux-ci. L'axe 12 de chaque galet converge vers l'extérieur, est situé dans un plan passant par l'axe Z-Z et est articulé par son extrémité extérieure à la couronne 30 et par son extrémité intérieure à l'extrémité extérieure d'une bielle respective 33 qui converge vers l'intérieur. Chaque bielle 33 est articulée à son extrémité intérieure sur une plaque coulissante 34 fixée à l'extrémité de la tige du piston 27.

La machine 7 permet ainsi de faire effectuer aux trois galets 31 les mouvements suivants :

- Par actionnement du moteur 17, un mouvement de translation d'ensemble suivant l'axe Z-Z (flèche F1 de la Fig. 3). Le mouvement de retrait vers l'intérieur du cylindre 16 et du porte-galets s'obtient par action du patin 20 sur une deuxième collerette 35 prévue sur le corps de vérin 16.

- Par actionnement du moteur 22, une rotation d'ensemble, c'est-à-dire un mouvement orbital, des trois galets autour de l'axe Z-Z, suivant la flèche F2 de la Fig. 5. Lorsque les galets sont en appui sur la virole, ce mouvement provoque une rotation de chaque galet autour de son propre axe 32 (flèches F3 de la Fig. 5).

- Par actionnement du vérin 16-27, modification de l'inclinaison \underline{x} (Fig. 3) des axes 32 des galets par rapport à l'axe Z-Z du porte-galets.

L'appareil de chauffage 8 (Fig. 4) est mobile et comprend une partie convexe intérieure 36 et une partie concave extérieure 37. Il peut être électrique ou à brûleurs à gaz.

En fonctionnement, le cylindre 16 étant en position de retrait (vers la droite des Fig. 3 et 4), le piston 27 étant en position d'extension (c'est-à-dire l'angle \underline{x} étant maximal) et l'appareil de chauffage 9 étant escamoté, on pose la virole sur les quatre rouleaux 10, avec son axe X-X vertical. On supposera que cette virole présente deux ouvertures 2 (Fig. 4), préparées avec un lamage 4 comme à la Fig. 2B.

L'appareil 8 est amené en regard de l'une des deux ouvertures, préchauffe celle-ci à 500°C environ, puis la chauffe à la température d'extrusion de la lèvre 3, comprise entre 950 et 1200°C . L'appareil 8 est alors éloigné, et on fait tourner la virole autour de son axe sur les rouleaux 10 jusqu'à ce que l'axe Y-Y de l'ouverture 2 ainsi chauffée coïncide avec l'axe Z-Z de la matrice 13 et du cylindre 16.

On effectue ensuite une première passe de for-

mage-extrusion de la lèvre en exerçant une poussée, de l'ordre de 100 à 1 000 tonnes, suivant l'axe Z-Z, au moyen du moteur 17, et en faisant simultanément tourner le cylindre 16 et le porte-galets 28 autour de leur axe au moyen du moteur 22.

Au début de cette poussée, comme indiqué plus haut, le piston 27 est en extension pour donner à l'angle α une valeur maximale. Au fur et à mesure de l'extrusion de la lèvre, cet angle est réduit, par retrait progressif du piston, ceci de manière que chaque galet attaque constamment la lèvre en formation suivant un angle aussi faible que possible. Il est à noter que cet angle d'attaque est fonction à la fois de l'angle d'inclinaison α et de l'angle que fait avec l'axe 32 la tangente à la surface extérieure du galet au point d'attaque, cet angle variant lui aussi au cours de l'avance du porte-galets compte tenu de la forme en tonneau des galets.

On effectue plusieurs passes successives ; lorsque la température de l'ouverture en cours d'usinage descend jusqu'à une valeur basse prédéterminée, on fait pivoter la virole, on remet en place l'appareil 8, et on procède à un nouveau chauffage.

Ce procédé permet d'obtenir la lèvre 3 en assurant la continuité des fibres du métal de la virole. En particulier, les zones hétérogènes centrales de l'épaisseur de la virole ne débouchent pas sur l'alésage, ce qui est favorable pour le comportement mécanique de l'ensemble. De plus, le raccordement par soudage de conduites à la virole s'effectue sur les lèvres 3, ce qui est avantageux du point de vue des contraintes subies par la virole.

On remarque que pendant la dernière passe de formage, l'appareil 8 peut être mis en place en regard d'une autre ouverture 2 à usiner, comme représenté sur la Fig. 4, ce qui réduit la durée totale de fabrication de la virole.

En variante, on peut remplacer les galets 31 par des galets ayant une forme différente, en particulier une forme tronconique convergente vers l'extérieur. Dans ce cas, l'angle d'attaque des galets sur la lèvre en formation ne dépend que de l'inclinaison α des axes des galets.

Revendications

1. Procédé pour former une lèvre circulaire (3) autour d'une ouverture (2) d'une paroi, notamment d'une virole (1), de forte épaisseur, l'épaisseur de la lèvre étant relativement faible par rapport à celle de la paroi, du type dans lequel on usine un lamage (4) autour de l'ouverture, du côté opposé à la lèvre à réaliser, puis on repousse axialement contre une matrice, du côté opposé au lamage, le métal formant le fond de celui-ci, caractérisé en ce qu'on effectue l'opération de repoussage au moyen d'au moins un galet (3)

monté rotatif sur un axe (32) et entraîné en mouvement orbital autour de l'axe (X-X) de l'ouverture, l'angle que la surface d'attaque du galet forme avec cet axe étant progressivement réduit au cours d'au moins une partie de l'avance du galet.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ladite réduction d'angle est obtenue en réduisant l'angle (α) que l'axe (32) du galet (31) forme avec celui (X-X) de l'ouverture (2), et/ou grâce à un profil convexe du galet.
3. Procédé suivant l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on fait agir simultanément plusieurs galets (31) régulièrement répartis autour de l'axe (X-X) de l'ouverture (2).
4. Installation pour former une lèvre circulaire (3) autour d'une ouverture (2) d'une paroi, notamment d'une virole (1), de forte épaisseur, l'épaisseur de la lèvre étant relativement faible par rapport à celle de la paroi, caractérisée en ce qu'elle comprend :
 - un porte-galets (28) muni de moyens (17 à 19) de déplacement suivant son axe (Z-Z) ;
 - au moins un galet (31) monté rotatif sur un axe (32) qui est porté excentriquement par le porte-galets ;
 - des moyens (22, 25) pour entraîner le galet suivant un mouvement orbital autour de l'axe (Z-Z) du porte-galets ; et
 - des moyens (27) pour faire varier l'inclinaison (α) de l'axe (32) du galet par rapport à l'axe (Z-Z) du porte-galets.
5. Installation suivant la revendication 4, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre une matrice d'appui (13) située en regard du porte-galets (28), le profil de cette matrice correspondant au profil extérieur de la lèvre (3) à réaliser.
6. Installation suivant l'une des revendications 4 ou 5, caractérisée en ce que le galet (31) a un profil en tonneau.
7. Installation suivant l'une des revendications 4 ou 5, caractérisée en ce que le galet a un profil conique.
8. Installation suivant l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisée en ce que le galet (31) est monté fou sur son axe (32), le porte-galets (28) étant muni de moyens (22, 25) d'entraînement en rotation autour de son axe (Z-Z).
9. Installation suivant l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisée en ce qu'il est prévu

plusieurs galets (31) régulièrement répartis autour de l'axe (Z-Z) du porte-galets (28), les axes (32) de tous les galets ayant la même inclinaison (x) par rapport à cet axe.

10. Installation suivant l'une quelconque des revendications 4 à 9, pour l'usinage d'une virole (1), caractérisée en ce qu'elle comprend en outre des rouleaux (10) de support de la virole avec son axe (X-X) vertical, ces rouleaux étant répartis sur une

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

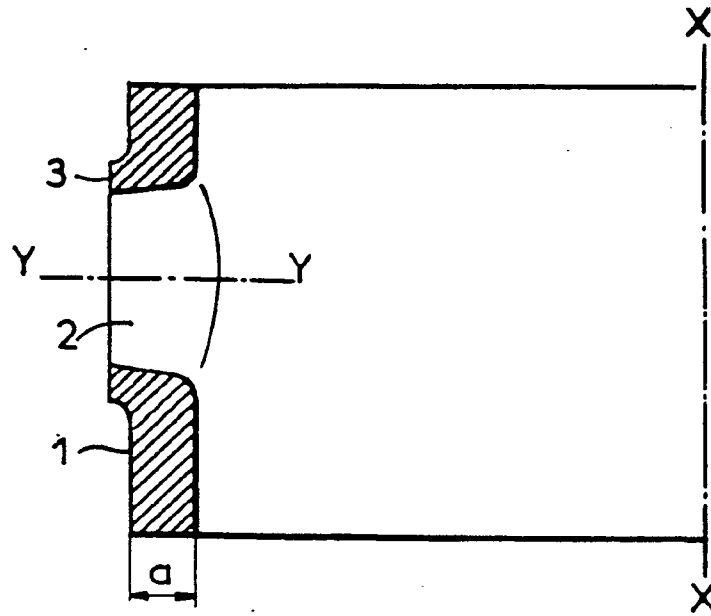


FIG. 1

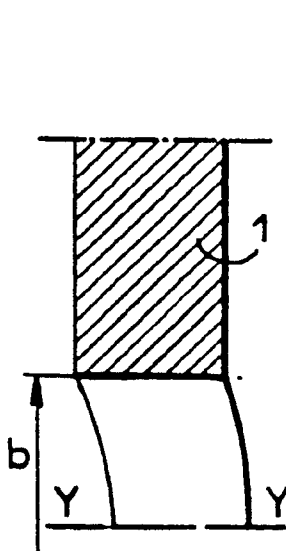


FIG. 2A

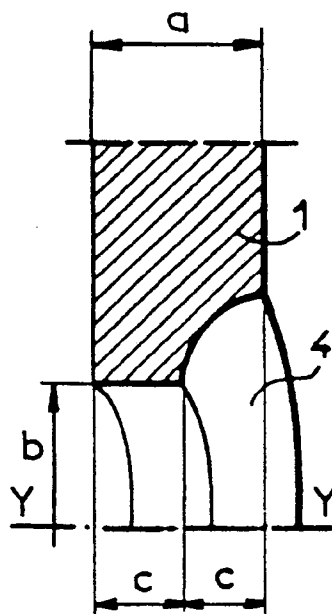


FIG. 2B

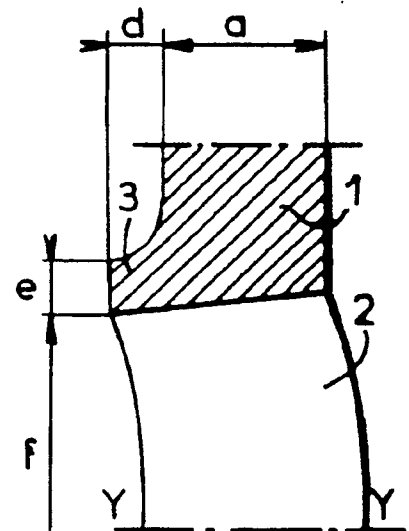


FIG. 2C

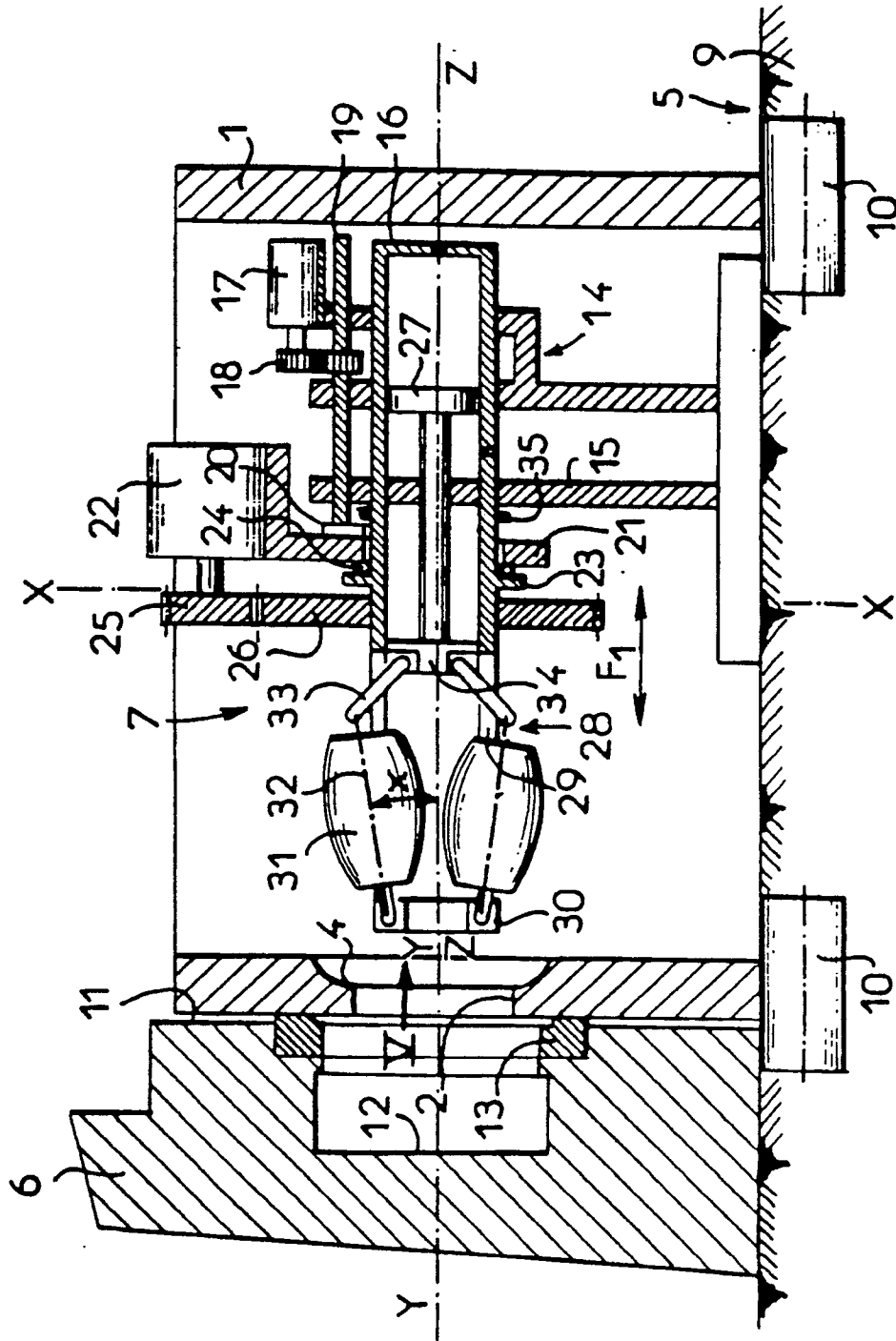


FIG. 3

FIG.4

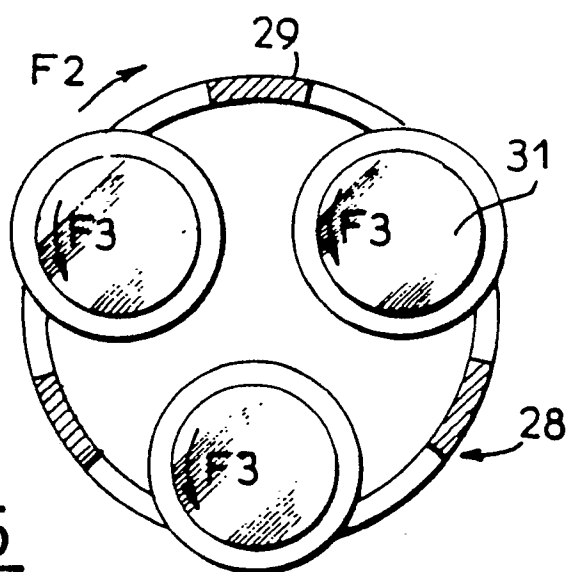
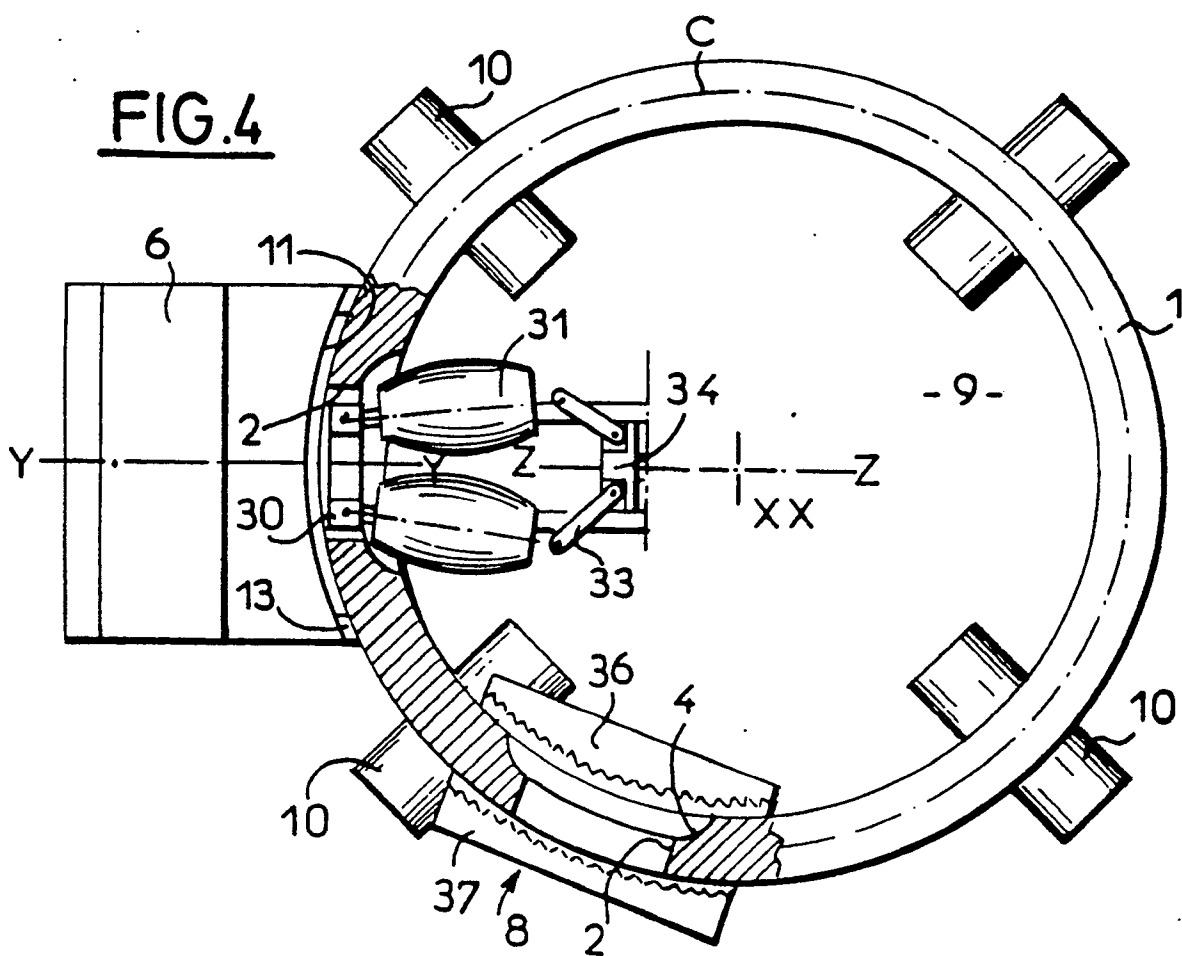


FIG.5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 91 40 0409

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Y	US-A-3 151 657 (BERANEK) * Colonne 1, lignes 60-70; colonne 4, lignes 5-7; colonne 6, ligne 42 - colonne 7, ligne 14; figures *	1,4,5,8	B 21 C 37/29 G 21 C 13/02
D,Y	FR-A-1 198 440 (SOC. FRANCAISE DES CONSTRUCTIONS BABCOCK & WILCOX) * Résumé; point 1a; figures *	1,4,5,8	
Y	SU-A-1 479 158 (KOVALEV) * Figures 1,2 *	1,3-5,8 -10	
Y	DE-A-2 814 176 (VERRINA S.p.A.) * Revendications 1,3,6,7; figures *	1,3-5,8 -10	
A	FR-A-2 337 600 (CREUSOT-LOIRE)		
A	US-A-4 246 772 (MOSHININ)		
A	EP-A-0 002 163 (UNICUM S.A.)		
A	FR-A-1 572 835 (GRANGER)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			B 21 C G 21 C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 05-04-1991	Examineur THE K.H.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>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</p>			

EPF FORM 1500 00.82 (F0402)