

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 814 221 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
29.12.1997 Bulletin 1997/52

(51) Int. Cl.⁶: **E04H 12/12**, E04H 12/16,
B28B 23/18, B28B 13/06

(21) Numéro de dépôt: 97109519.5

(22) Date de dépôt: 12.06.1997

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

(30) Priorité: 21.06.1996 CH 1554/96

(71) Demandeur:
**BSA Ingénieurs Conseils
1009 Pully (CH)**

(72) Inventeur: **Beck, René
1009 Pully (CH)**

(74) Mandataire: **Micheli & Cie
Rue de Genève 122,
Case Postale 61
1226 Genève-Thonex (CH)**

(54) **Procédé de fabrication d'un mât en béton, dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé et mât obtenu par ce procédé**

(57) Dispositif permettant de réaliser un accouplement conique entre deux éléments préfabriqués en béton armé constitué d'un moule (5) métallique en une seule pièce présentant la forme d'un tronc de cône, obturé par un fond (8) à son sommet et comportant un double fond constitué d'un disque (9). A son extrémité ouverte et à proximité de celle-ci, le moule (5) comporte deux collerettes annulaires (6,7), dirigées vers l'exté-

rieur munies de dispositifs de positionnement et de dispositifs d'extraction du moule (5) une fois le béton coulé. Le moule (5) est dimensionné de façon à ce que lors de l'accouplement des deux éléments (1,2), ils ne soient en contact que par l'intermédiaire des leurs surfaces coniques.

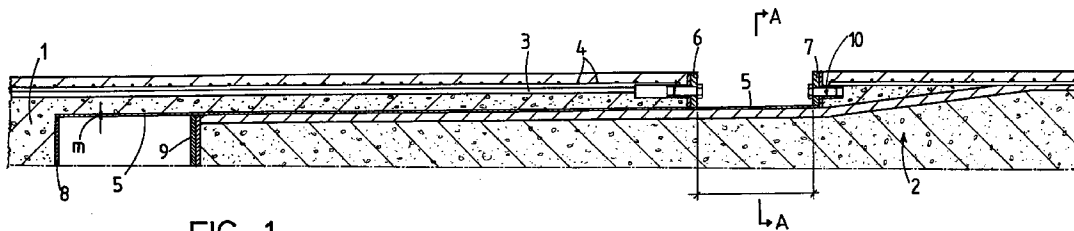


FIG. 1

EP 0 814 221 A1

Description

La présente invention a pour objet un procédé de fabrication de mâts en béton ainsi qu'un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé. Cette invention concerne également les mâts en béton directement obtenus par la mise en oeuvre dudit procédé. Ce procédé est particulièrement adapté à la fabrication de mâts d'une longueur importante qui ne peuvent être fabriqués en une seule partie, ou de mâts qui, à cause de contraintes inhérentes à leur transport ou leur stockage, doivent être réalisés en plusieurs éléments.

On connaît des mâts comportant à l'une de leurs extrémités un cône femelle destiné à recevoir un cône mâle d'une extrémité d'un autre mât, ces cônes étant de dimensions précises correspondantes pour que, lors de l'introduction du cône mâle d'un élément dans le cône femelle d'un autre élément, on obtienne un assemblage avec le moins de jeu possible. L'angle au sommet du cône est choisi pour réaliser un accouplement autobloquant. Cette technique qui nécessite une grande précision dimensionnelle des cônes mâle et femelle des éléments ne peut être utilisée, pour des éléments préfabriqués en béton par centrifugation, que si ces cônes sont fabriqués préalablement dans des moules précis puis incorporés à l'élément de structure lors de sa centrifugation. Il est en effet impossible d'obtenir des cônes, et notamment des cônes femelles présentant la précision dimensionnelle requise par centrifugation. Cette technique, du fait de la précision requise, est trop onéreuse pour la production de mâts préfabriqués en béton par centrifugation. Elle présente encore l'inconvénient de nécessiter la soudure des armatures métalliques du mât à celles du cône lors de la mise en place de ces derniers.

Une autre technique de production de mâts en béton soit par centrifugation soit par vibrage sur une table vibrante consiste à utiliser des cônes métalliques respectivement mâle et femelle aux extrémités des éléments du mât. Ces cônes métalliques font office de moule perdu et restent intégrés aux éléments constituant le mât après sa fabrication et son accouplement. Pour diminuer les coûts de production de tels mâts, on a réalisé ces cônes métalliques en tôles roulées avec l'inconvénient que ces cônes ne sont pas très précis. Les deux éléments rapportés sont en contact au joint et du fait de l'imprécision il est nécessaire de remplir l'espace entre le cône femelle et le cône mâle en injectant du béton ou toute autre matière durcissable afin de garantir la bonne transmission des efforts de flexion et torsion.

Le but de la présente invention est d'obvier aux inconvénients cités précédemment et d'offrir un procédé de fabrication d'éléments de structure pour réaliser des mâts en béton aussi bien par centrifugation que par vibrage qui ne nécessite pas de moule perdu et qui permette un accouplement des différents éléments du mât précis, sans jeu et donc sans injection lors du montage et qui soit capable de transmettre efficacement les

efforts de flexion, de cisaillement et de torsion.

Ce but est atteint par un procédé tel que défini par les étapes énumérées à la revendication 1.

Un autre objet de l'invention concerne un dispositif permettant la mise en oeuvre du procédé cité précédemment et qui se distingue par les caractéristiques énumérées à la revendication 6.

L'invention concerne également les mâts en béton préfabriqués directement obtenus par ledit procédé.

L'invention va maintenant être décrite schématiquement et à titre d'exemple en référence au dessin annexé dans lequel:

La figure 1 représente en plan deux éléments coffrés ainsi que le moule permettant de réaliser les cônes mâle et femelle.

La figure 2 représente en plan les deux éléments assemblés une fois le moule retiré.

La figure 3 est une coupe selon la ligne A-A de la figure 1.

La figure 4 illustre les dispositifs de positionnement répartis sur les collerettes du moule illustrés à la figure 1.

La figure 5 est une vue des dispositifs d'extraction permettant d'enlever le moule après la mise en place du béton.

La figure 6 est une vue similaire à celle de la figure 4, le mât comportant des armatures de précontrainte.

La figure 1 illustre deux éléments 1,2 coffrés et mis en place sur un banc pour être bétonnés. L'élément 1 sera référencé comme l'élément femelle et l'élément 2 comme l'élément mâle. La longueur de chaque élément 1,2 peut être par exemple d'une vingtaine de mètres et leur section être circulaire, ovale, elliptique ou polygonale. Pour diminuer le poids de ces éléments, ils sont généralement creux. Ainsi le corps des éléments 1,2 se présente sous la forme d'un tube prismatique ou cylindrique en béton qui peut être munis d'armatures métalliques longitudinales 3 et transversales 4 fermées sur elles-mêmes afin de renforcer les éléments 1,2. Un moule métallique 5 en une seule pièce est mis en place avant bétonnage entre les deux éléments 1,2 du mât. Ce moule 5 se présente sous la forme d'un tronc de cône fermé à l'une de ses extrémités. Deux collerettes annulaires 6,7 sont agencées à proximité de l'extrémité ouverte du moule 5. Ces collerettes 6,7 sont dirigées vers l'extérieur perpendiculairement à l'axe de révolution du tronc de cône. A son extrémité opposée, le moule 5 est fermé par un fond 8. Un deuxième disque 9 fait office de double fond. Le fond du moule 8 et le disque 9 sont espacés d'une distance sensiblement équivalente à celle séparant les deux collerettes 6,7 dans le sens longitudinal. Il est évident que le double fond du moule peut être réalisé de différentes façons comme par exemple être constitué du fond 8 et d'un bouchon en une matière adaptée comme du SAGEX (marque déposée) par exemple qui remplirait l'espace représenté au

dessin entre le fond 8 et le disque 9. Les collerettes 6,7 sont pourvues de trous répartis à intervalles réguliers sur leur pourtour. Ces trous 10 coopèrent d'une part avec des dispositifs de positionnement angulaires des deux éléments 1,2 du mât et d'autre part avec des dispositifs d'extraction permettant de faciliter l'extraction du moule après la mise en place du béton. On voit sur la figure 3, huit trous 10 répartis tous les 45 degrés coopérant avec quatre dispositifs de positionnement angulaires et quatre dispositifs d'extraction répartis en alternance sur le pourtour de la collerette 7.

Le dispositif de positionnement angulaire, illustré à plus grande échelle à la figure 4, est constitué d'une douille d'assemblage 11 communiquant avec le trou 10 et solidaire d'une plaque 12 prenant appui contre la surface des collerettes 6,7 situées vers l'intérieur des corps des éléments 1,2. Les extrémités des armatures métalliques longitudinales 3 sont soudées contre la surface extérieure des douilles 11. Du côté de l'élément femelle 1, la douille 11 se prolonge par un coffrage permettant de ménager un évidement 13 dans le corps de l'élément 1.

La figure 2 illustre les deux éléments 1,2 du mât après la mise en place du béton et après que l'on ait retiré le moule 5 au moyen des dispositifs d'extraction dont le fonctionnement sera explicité ci-après. La surface extérieure du cône de l'élément mâle 2 vient au contact de la surface interne du cône femelle de l'élément. On notera que le moule 5 est dimensionné et notamment la distance entre les deux collerettes 6,7 de façon à ce que l'extrémité du cône mâle de l'élément 2 n'entre pas en contact avec le fond du cône femelle de l'élément 1 alors que les plaques 12 terminant le bord des cônes ne sont pas non plus en contact. Le fait que ces surfaces ne se touchent pas, une fois les éléments assemblés, évite que la perpendicularité de ces surfaces par rapport à l'axe du cône n'ait une influence sur l'alignement des éléments (1,2). Afin d'augmenter la résistance de l'accouplement à la base du cône, l'espace restant entre ces deux surfaces annulaires 12 peut être rempli d'une masse dure qui va augmenter la surface comprimée à ce niveau. Ainsi l'assemblage des deux éléments se fait uniquement par l'entrée en contact des surfaces coniques mâle et femelle. L'angle du cône est de préférence minimum pour faciliter l'extraction du moule 5, mais peut être choisi de manière à ce que l'assemblage soit autobloquant. En définissant par d la distance entre les deux collerettes annulaires 6,7, par m l'épaisseur du moule, et par α l'angle d'ouverture du cône, on obtient la relation approximative suivante : $d = m/\sin(\alpha)$. La valeur $d = m/\sin(\alpha)$ est une approximation et doit être ajustée en fonction d'éventuelles imprécisions du moule. Pour garantir que, une fois assemblé, le cône mâle de l'élément 2 ne rentre pas en contact avec le fond du cône femelle de l'élément 1, on prévoit que la distance longitudinale séparant le fond 8 du moule et le disque 9 constituant le double fond du moule, soit légèrement supérieure à d .

Comme ces cônes ont été obtenus par la paroi d'un

seul et même moule et qu'ils sont assemblés dans une position angulaire déterminée ou indexée, les éventuelles irrégularités, excentricité etc. de ces cônes ne font qu'augmenter la rigidité de l'assemblage puisqu'ils correspondent exactement.

Des goujons de positionnement 14 viennent se loger dans les douilles 11 assurant de ce fait un positionnement angulaire parfait des éléments 1 et 2. Pour des raisons économiques, le moule 5 est réalisé en tôles roulées et de ce fait n'est pas très précis. Ce fait, au lieu d'être un inconvénient comme dans le cas d'un moule en deux parties, favorise la reprise des efforts de torsion auquel le mât est soumis. En effet, le fait que la section du moule conique 5 ne soit pas parfaitement ronde favorise l'absorption des efforts de torsion, les défauts d'un côté du moule se retrouvant de l'autre. Il est à noter que l'on peut favoriser ce fait en donnant à la section du moule 5 une forme légèrement ovale ou elliptique. Il est également possible de réaliser le moule 5 par usinage précis dans une pièce en métal ou en plastique.

La figure 5 illustre le détail des dispositifs d'extraction situés sur le pourtour des collerettes 6,7 en alternance avec les dispositifs de positionnement. Ils sont constitués d'un écrou 15 soudé sur la surface externe des collerettes 6,7. Un boulon 16 prend appui en position de service contre les plaques d'arrêt 12 situées sur les surfaces annulaires des cônes mâle et femelle. Lorsque le béton a été mis en place et a fait prise, il suffit de visser les boulons 16 pour écarter le moule 5 des cônes ainsi obtenus.

Dans une variante, les boulons 16 coopérant avec les écrous 15 peuvent être remplacés par des vérins hydrauliques.

La figure 6 illustre les dispositifs de positionnement dans le cas d'un mât comportant des armatures de précontrainte 17. Ces armatures de précontrainte sont comme illustré au dessin, ancrées à chaque extrémité du mât et mises en tension. Dans ce cas, les collerettes 6,7 comportent des percements supplémentaires permettant le passage de ces armatures 17. Il est également possible de prévoir que ces armatures de précontrainte 17 soient ancrées à l'aide d'un dispositif mécanique prévu sur les plaques d'arrêt et mises en tension à chaque extrémité du mât.

Le procédé de fabrication d'un mât en béton selon la présente invention comporte les étapes suivantes. Il s'agit tout d'abord de la mise en place du coffrage sur un banc de bétonnage d'au moins deux éléments constituant le mât. Il est évident qu'en fonction de la longueur totale du mât plus de deux éléments peuvent être nécessaires pour obtenir la longueur voulue. Après mise en place des coffrages et armatures métalliques longitudinales et transversales constituant la structure du mât, on positionne un moule métallique en une seule pièce à la jonction de deux éléments. Ce moule se présente sous la forme d'un tronc de cône ouvert à l'une de ses extrémités et comporte un fond 8 à l'autre extrémité. A son extrémité ouverte, le moule présente deux colle-

rettes annulaires 6,7 parallèles et sensiblement perpendiculaires à son axe de révolution. Le moule comporte encore un disque 9 parallèle au fond 8 qui fait office de double fond.

La distance longitudinale séparant le fond 8 du disque 9 est légèrement supérieure à l'espacement longitudinal des collerettes 6,7. La distance entre les deux collerettes 6,7 qui dépend de l'épaisseur du moule ainsi que de l'angle d'ouverture du cône, est déterminée afin que, une fois mis l'un sur l'autre, les deux éléments s'emboîtent parfaitement et n'entrent en contact que par leurs surfaces coniques. Une fois les éléments mis en place comme décrit précédemment, on procède à la mise en place du béton. Cette mise en place du béton peut s'effectuer de deux façons différentes. On peut tout d'abord mettre le béton en place par vibration en disposant le banc sur une table vibrante par exemple. Une fois le béton coulé, il suffit de retirer le moule 5 en agissant sur les dispositifs d'extraction agencés sur les collerettes 6,7 du moule 5. Une fois le moule récupéré, on procède à l'accouplement des deux éléments 1,2 ainsi obtenus. Le fait d'utiliser un moule en une seule pièce muni de dispositifs de positionnement garantit que le cône mâle de l'élément 2 s'adaptera parfaitement au cône femelle le recevant de l'élément 1, permettant de ce fait une transmission correcte des efforts de flexion et de torsion. Dans une variante, le béton peut être mis en place par centrifugation. Dans le cas d'un bétonnage par centrifugation, une étape supplémentaire est nécessaire avant l'extraction du moule 5. En effet lors de la centrifugation il va se créer un vide situé entre la surface extérieure du moule conique 5 et le cône femelle. Ce vide sera rempli avant de retirer le moule par injection de béton ou de tout autre matériau durcissable par deux orifices d'injection pratiqués dans le corps de l'élément femelle 1.

Dans le cas de mâts comportant des armatures de précontrainte 17 traversant les collerettes 6,7, il est nécessaire de couper ces armatures au niveau des collerettes avant le démoulage du moule 5. Cette opération n'est pas nécessaire si les armatures de précontrainte sont ancrées dans les plaques 12 formant les flasques du cône.

Les armatures de précontrainte peuvent être réalisées par la technique des fils adhérents, ces fils étant alors liés au béton, ou par des torons au bornes qui une fois mises sous tension sont accouplées aux extrémités des portions de mât par exemple aux plaques d'arrêt 12.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un mât en béton armé précontraint ou non constitué d'au moins deux éléments (1,2) destinés à s'emboîter l'un dans l'autre, caractérisé en ce que l'on réalise un coffrage des éléments (1,2), que l'on met en place les armatures métalliques longitudinales et transversales (3,4) des éléments (1,2), que l'on positionne un moule

(5) en une seule pièce comportant un double fond (8,9) ainsi que deux collerettes annulaires (6,7) à la jonction de deux éléments (1,2) puis que l'on procède à la mise en place du béton.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on retire le moule (5) après la prise du béton.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le béton est mis en place par vibration.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la mise en place du béton est réalisée par centrifugation dans un moule rotatif adéquat.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'on injecte une matière durcissable dans le vide apparaissant après centrifugation entre la surface externe du moule (5) et la surface interne du cône femelle de l'élément (1).
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les armatures de précontrainte sont des fils adhérents s'étendant sur toute la longueur du mât, que ces fils après prise du béton sont sectionnés entre les collerettes (6,7) du moule.
7. Procédé selon l'une des revendication 1 à 5, caractérisé par le fait que les armatures de précontrainte sont des torons qui une fois sous tension sont solidarisés des extrémités des éléments du mât.
8. Dispositif permettant de réaliser un accouplement conique entre deux éléments préfabriqués en béton armé précontraint ou non, caractérisé en ce qu'il est constitué d'un moule (5) présentant la forme d'un tronc de cône, obturé par un fond (8) à son sommet, en ce qu'il comporte un double fond constitué d'un disque (9), et en ce qu'il comporte sur le pourtour de son extrémité ouverte et à proximité de celle-ci deux collerettes annulaires (6,7) dirigées vers l'extérieur.
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que la distance longitudinale séparant le fond (8) du moule (5) et le disque (9) constituant le double fond dudit moule est supérieure à la distance longitudinale séparant les deux collerettes (6,7) cette dernière pouvant s'exprimer en fonction de l'épaisseur du moule par l'approximation $m/\sin(\alpha)$, α étant l'angle d'ouverture du cône.
10. Dispositif selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que l'angle α d'ouverture du cône formant le moule est déterminé de façon à réaliser un accouplement autobloquant.

11. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que les collerettes (6,7) situées à l'extrémité ouverte du moule conique (5) comportent des percements (10) destinés à coopérer avec des dispositifs de positionnement et des dispositifs d'extraction, ces percements étant répartis à intervalles réguliers sur le pourtour des collerettes annulaires (6,7). 5
12. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que les dispositifs d'extraction sont constitués d'un écrou (15) solidaire des collerettes (6,7) permettant de recevoir un boulon (16) qui, lorsqu'il est serré, tend à éloigner le moule (5) des éléments (1,2). 10
15
13. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 12, caractérisé en ce que les dispositifs de positionnement sont constitués de douilles de positionnement agencées dans le prolongement des percements des collerettes (6,7) et dirigées vers le corps des éléments (1,2), ces douilles de positionnement étant destinées à recevoir des goujons de positionnement (14) lors de l'emboîtement des éléments (1,2). 20
25
14. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 13 caractérisé en ce qu'il est réalisé en tôles roulées.
15. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 13 caractérisé en ce qu'il est obtenu par usinage d'une pièce en métal ou en plastique. 30
16. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 15, caractérisé en ce que la section du tronc de cône formant le moule 5 est légèrement ovale. 35
17. Mât en béton armé précontraint ou non comportant au moins deux éléments destinés à être emboîtés l'un dans l'autre, présentant l'un un cône femelle et l'autre un cône mâle correspondant obtenu selon le procédé de la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdits éléments ne sont en contact que par les surfaces en béton de leurs cônes mâle et femelle emboîtés l'un dans l'autre. 40
45
18. Mât selon la revendication 17, caractérisé par le fait que les éléments assemblés présentent des surfaces annulaires en regard l'une de l'autre mais ne se touchant pas. 50
19. Mât selon la revendication 18, caractérisé par le fait que chacune de ces surfaces annulaires comporte des trous (10) donnant accès à des douilles (11) noyées dans le béton des éléments respectifs et par le fait que des goujons de positionnement (14) sont disposés dans les douilles correspondantes assurant un alignement des deux éléments. 55
20. Mât selon l'une des revendications 17 à 19, caractérisé par le fait qu'il comporte des fils adhérents de précontrainte.
21. Mât selon l'une des revendications 17 à 19, caractérisé par le fait qu'il comporte des armatures de précontrainte formées de torons solidarisés des extrémités de chaque élément du mât.

FIG. 3

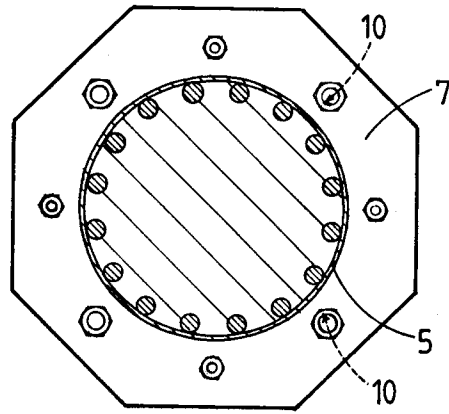


FIG. 4

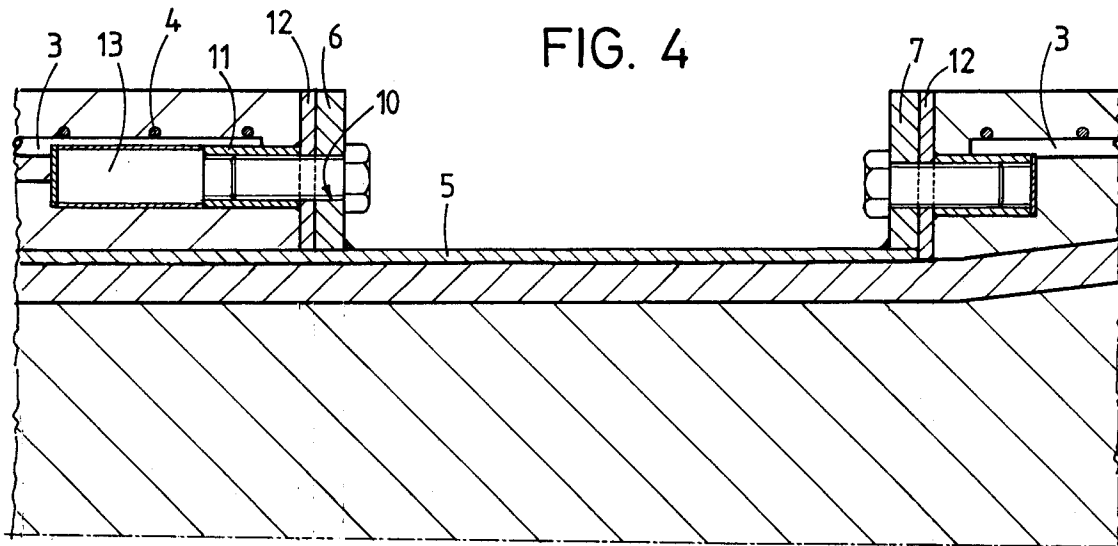
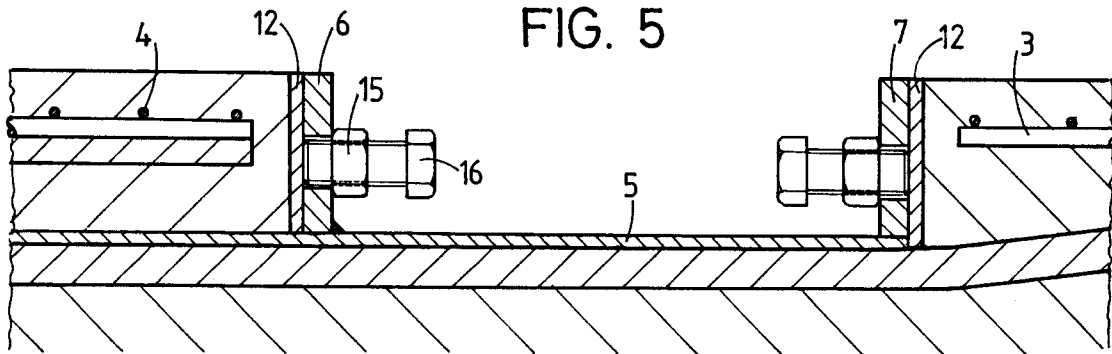


FIG. 5



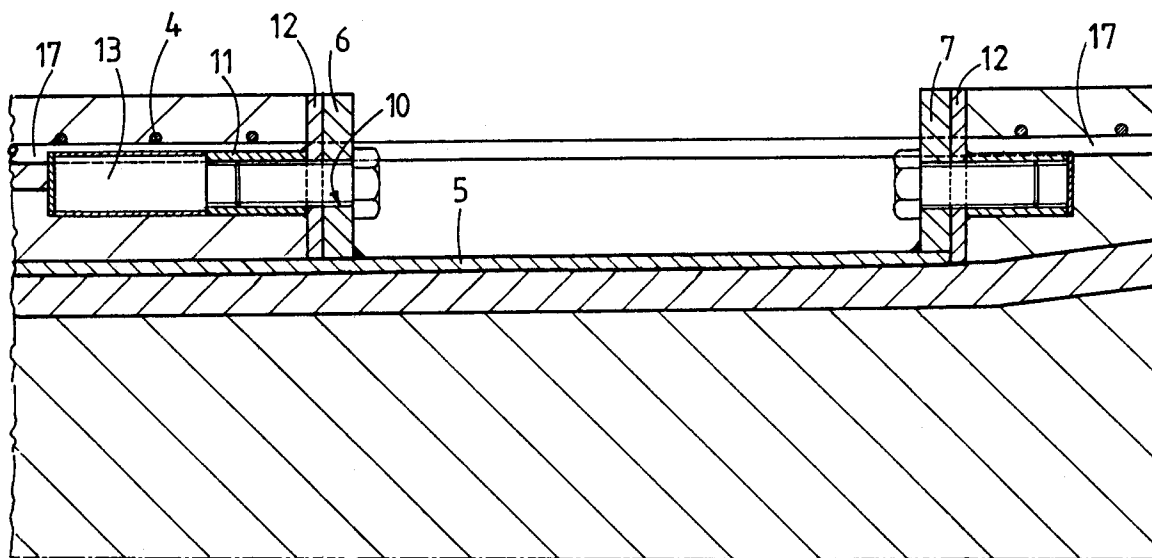


FIG. 6



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 97 10 9519

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.6)
A	DE 14 34 730 A (L. MOLL) 15 Janvier 1970 * le document en entier * ---	1,2,17, 18	E04H12/12 E04H12/16 B28B23/18 B28B13/06
A	FR 2 367 158 A (GRAM SA) 5 Mai 1978 * page 2, ligne 8 - page 3, ligne 3; figures 3-5 * ---	1,8, 11-13,19	
A	GB 386 108 A (J. PFISTERHAMMER) 2 Février 1933 * page 1, ligne 21 - ligne 38; figures 1,2,4 * -----	15,16	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) E04H B28B E04C
Lien de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
LA HAYE	15 Septembre 1997	Kriekoukis, S	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 01.82 (P04C02)