(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication: **0 310 478 A1**

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **88402389.6**

(51) Int. Cl.4: **E 04 H 5/12**

(22) Date de dépôt: **22.09.88**

(30) Priorité: **28.09.87 FR 8713375**
30.06.88 FR 8808833

(43) Date de publication de la demande:
05.04.89 Bulletin 89/14

(84) Etats contractants désignés:
BE CH DE ES FR GB IT LI

(71) Demandeur: **ELECTRICITE DE FRANCE Service National**
2, rue Louis Murat
F-75008 Paris (FR)

(72) Inventeur: **Bozetto, Pierre**
21 Allée des Eglantiers
F-69450 Saint Cyr Au Mont d'Or (FR)

Truchet, Jean-Marc
"Les Lavandes" 5 Rue de la Saint Vincent
F-01500 Amberieu en Bugey (FR)

Barret, Marcel
19 Route de Sainte-Antoine
F-69380 Chazay d'Azergues (FR)

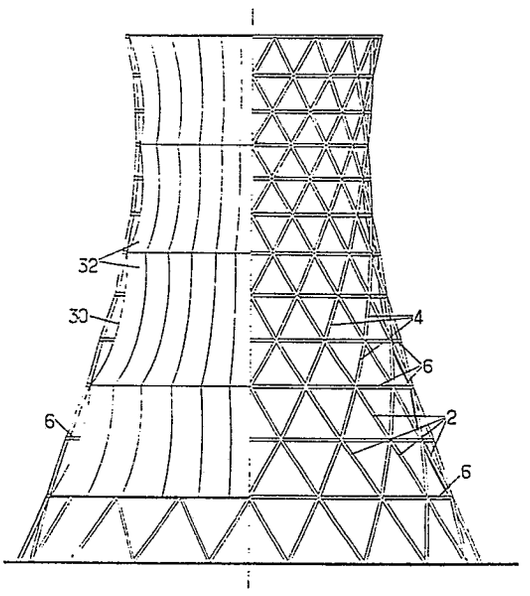
Chauvier, Guy
5 Avenue Barthélémy Buyer
F-69005 Lyon (FR)

(74) Mandataire: **Fort, Jacques**
CABINET PLASSERAUD 84, rue d'Amsterdam
F-75009 Paris (FR)

(54) Structure en coque et procédé de fabrication d'une telle structure.

(57) La structure en coque, utilisable notamment pour réaliser la cheminée d'un réfrigérant atmosphérique, comprend une charpente reposant sur des fondations ancrées dans le sol et un voile (30) porté par la charpente et délimitant une cheminée. La charpente est constituée par un treillis comprenant trois jeux de barres (2,4,6), l'un des jeux étant constitué de barres horizontales (6) de façon à constituer des cerces et les deux autres jeux étant constitués de barres (2,4) ayant des inclinaisons opposées par rapport la verticale, de façon constituer un treillis dont la maille est sensiblement en forme de triangle équilatéral, les barres (2,4,6) étant reliées par des noeuds d'assemblage situés aux sommets des triangles et en ce que le voile (30) forme une cheminée continue, disposée à l'intérieur de la charpente et tendue par liaison à cette dernière.

FIG.1.



EP 0 310 478 A1

Description

Structure en coque et procédé de fabrication d'une telle structure.

La présente invention concerne les structures en coque du type comprenant une charpente reposant sur des fondations et un voile porté par la charpente et délimitant une cheminée. Elle trouve une application particulièrement importante dans le domaine des réfrigérants atmosphériques, utilisés notamment dans les centrales de production d'électricité.

La plupart des réfrigérants atmosphériques existant à l'heure actuelle sont constitués par une structure monolithique, en béton armé, dont la hauteur peut atteindre 180 m et plus, entourant un réseau de canalisations destiné à disperser l'eau à refroidir sur un corps d'échange.

On a cependant proposé également d'autres constitutions. En particulier, on a proposé des structures comprenant une charpente, souvent métallique, et un voile constitué par des panneaux en matériaux divers, tels que des composites constitués d'une matrice organique et des renforts, de métal ou de béton. Les panneaux sont assemblés entre eux par des moyens mécaniques tels que des boulons.

La fiabilité de telles structures est conditionnée par le maintien d'une surveillance permanente et des frais de maintenance élevés. Au surplus, la construction de toutes ces structures est longue et les réparations sont délicates.

On a également proposé (FR-A-2 222 516) une structure en coque du type ci-dessus défini dont la charpente est constituée par des éléments méridiens reliés à des éléments circonférentiels par des noeuds d'assemblage, l'étanchéité étant assurée par un voile. Cette constitution exige des opérations complexes de montage et un grand nombre d'éléments différents, sans permettre pour autant de réaliser une coque de forme optimale du point de vue aéraulique.

La présente invention vise à fournir une structure de coque répondant mieux que celles antérieurement connues aux exigences de la pratique, notamment en ce qu'elle permet une fabrication simple et relativement économique et permet d'optimiser la forme du conduit d'air dans la cheminée.

Dans ce but l'invention propose notamment une structure en coque, utilisable notamment pour réaliser la cheminée d'un réfrigérant atmosphérique, comprenant une charpente reposant sur des fondations ancrées dans le sol et un voile porté par la charpente et délimitant une cheminée, caractérisée en ce que la charpente est constituée par un treillis comprenant trois jeux de barres, l'un des jeux étant constitués de barres horizontales de façon à constituer des cerces et les deux autres jeux étant constitués de barres ayant des inclinaisons opposées par rapport à la verticale, de façon à constituer un treillis dont la maille est sensiblement en forme de triangle équilatéral, les barres étant reliées par des noeuds d'assemblage situés aux sommets des triangles, et en ce que le voile forme une cheminée continue, disposée l'intérieur de la charpente et tendu par liaison à cette dernière.

Bien que constituant une cheminée continue, le voile sera en règle générale constitué de tronçons, par exemple en forme d'anneaux, raccordés les uns aux autres sur place. Le voile peut notamment être accroché aux noeuds. En ajustant les longueurs des attaches reliant le voile aux noeuds, il est possible de donner au voile une section méridienne différente de celle du treillis et optimisée du point de vue aéraulique.

Quelle que soit la solution adoptée pour la réalisation du voile, celui-ci s'arrêtera à distance des fondations pour ménager, en partie basse de la structure, un passage d'entrée d'air lorsque la structure constitue la cheminée d'un échangeur atmosphérique. L'extrémité basse du voile peut être fixée à un linteau solidaire de la charpente. Il est également possible de prévoir un accrochage à un niveau variable pour obtenir une section de passage ajustable, notamment en fonction de la température ambiante et/ou de la puissance à laquelle fonctionne la centrale équipée de l'échangeur.

Chacun des noeuds de jonction entre barres peut notamment comporter deux flasques coaxiaux munis de moyens destinés les rapprocher, chaque flasque comprenant au moins deux alvéoles régulièrement répartis autour de l'axe et coopérant avec les alvéoles de l'autre flasque pour constituer des logements destinés à emprisonner des renflements terminaux des barres.

Les renflements terminaux et les alvéoles peuvent alors avoir une forme permettant de choisir l'orientation des barres, au moins dans une plage angulaire déterminée. Pour remplir cette condition, les renflements terminaux doivent être de révolution ainsi que le logement qui les emprisonne, afin de fournir les degrés de liberté souhaités. En général les renflements terminaux seront en forme de sphère et les surfaces internes des alvéoles seront en forme de calotte sphérique de diamètre correspondant à celui de la boule aux tolérances de dimensionnement près.

Les flasques sont avantageusement identiques l'un à l'autre, ce qui réduit le nombre de pièces différentes à prévoir et permet au surplus de fabriquer tous les flasques dans le même moule, lorsqu'ils sont en matériau moulé, par exemple en matériau composite tel qu'une résine chargée en fibres.

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

- la figure 1 montre schématiquement, en élévation, la charpente d'une structure de coque suivant l'invention, destinée constituer un réfrigérant atmosphérique (partie droite de la figure) et le voile délimitent une cheminée (partie gauche) ;
- la figure 2 est une vue en élévation d'un noeud d'assemblage utilisable pour constituer

la charpente de la figure 1, comportant six logements de réception, permettant de constituer des structures à maille triangulaire ou hexagonale ;

- la figure 3 est une vue en élévation d'un des flasques du noeud de la figure 2 et des parties terminales des barres qu'il reçoit, l'une des barres étant représentée en coupe suivant la ligne III de la figure 4 ;

- les figures 4 et 5 sont des vues en coupe suivant les lignes IV-IV et V-V de la figure 3, montrant l'ensemble du noeud d'assemblage, la figure 5 montrant de plus un mode d'accrochage de la toile ;

- la figure 6 est une vue en perspective d'une flasque du noeud de la figure 2 ;

- la figure 7 est un schéma, similaire à une fraction de la partie gauche de la figure 1, montrant une variante ;

- la figure 8 est un schéma montrant une variante de liaison entre bandes constituant le voile.

La structure montrée schématiquement en figure 1 est destinée à constituer la cheminée d'un réfrigérant atmosphérique qui peut être de l'un quelconque des types couramment utilisés à l'heure actuelle (à dispersion et/ou à ruissellement, à courants croisés ou à contre-courant). Cette structure comporte un voile placé à l'intérieur d'une charpente qui repose sur des fondations (non représentées sur la figure 1) ancrées dans le sol et elle est constituée par un treillis comprenant deux jeux de barres obliques 2 et 4 ; les barres d'un jeu ont une inclinaison opposée à celle des barres de l'autre jeu sur la verticale, cette inclinaison étant d'environ 60° et dépendant de la géométrie de l'ouvrage.

Dans chaque jeu, les barres sont assemblées en files régulièrement réparties autour de l'axe de la structure. Un troisième jeu de barres 6 est constitué de barres horizontales assemblées en cerces circonférentielles et constituant, avec les autres jeux de barres, une structure à maille en forme de triangle approximativement équilatéral.

Les barres peuvent être reliées par des noeuds d'assemblage ayant la constitution montrée en figures 2 à 6, prévue pour que le noeud puisse recevoir six barres 8 appartenant aux jeux 2, 4 et 6. Il comprend deux flasques 10 et 12 identiques l'un à l'autre et présentant une symétrie de révolution d'ordre 6. Chaque flasque est avantageusement constitué par une piéce unique formée en matériau composite, tel que de la résine renforcée par des fibres de verre ou de carbone.

Chaque flasque peut être regardé comme ayant un plateau 14 dont la partie périphérique est cintrée pour constituer des alvéoles 16. La partie centrale du plateau se raccorde à une saillie de révolution 18 percée en son centre d'un alésage de réception d'un boulon de serrage axial 20. La périphérie du plateau est percée de trous 22 placés entre les alvéoles 16 et destinés à recevoir des boulons supplémentaires 24. Les boulons 20 et 24 constituent des moyens permettant de serrer les deux flasques 10 et 12 l'un vers l'autre et de serrer des renflements terminaux des barres 8 de jonction entre les flasques, comme on le verra plus loin. Des nervures de raidissement 21 (figures 2 et 6) relient avantageusement la saillie au fond des alvéoles 16.

Lorsque les flasques 10 et 12 sont placés face à face, deux alvéoles 16 en regard constituent un logement permettant d'emprisonner un renflement terminal 26 appartenant à une barre 8. Dans le mode de réalisation illustré, destiné à donner deux degrés de liberté à la barre et autorisant donc un réglage de la position angulaire de la barre 8 dans toutes les directions, les surfaces internes des alvéoles 16 sont en forme de calotte sphérique, de diamètre correspondant à celui des renflements 26, en forme de boule tronquée, aux tolérances de dimensionnement près. Les dimensions de l'ouverture du logement et le diamètre de la barre 8 fixent l'angle maximum $\underline{a}$ que peut prendre la barre par rapport à la perpendiculaire à l'axe du noeud. Dans la pratique, un angle $\underline{a}$ d'environ 10° dans toutes les directions de l'espace sera généralement suffisant.

Dans l'application de l'invention à la construction de structures de coque pour aéroréfrigérant, on pourra souvent utiliser des barres de liaison 8 ayant un diamètre allant de 100 à 200 mm, de 2 à 6 m de longueur. A la partie haute de la coque, où les efforts à supporter sont moins importants, certaines des cerces peuvent être omises.

Les barres 8 peuvent, comme les flasques, être en matériau composite (produit thermo-durcissable renforcé par des fibres). On peut notamment utiliser des barres en deux pièces assemblées, de fabrication plus simple. Dans le cas représenté sur la figure 3, chaque barre comporte un tronçon de poutre tubulaire, fabriqué par exemple par pultrusion, enroulement filamentaire, injection en moule, etc ... et une boule 26 percée d'un trou cylindrique et collée sur le tronçon de poutre. Si on renonce l'emploi d'une section droite identique pour toutes les barres (avantageuse du point de vue de la standardisation) on peut adapter le diamètre et/ou l'épaisseur aux efforts supportés à chaque niveau. Les barres peuvent avoir des renflements terminaux en forme de boule de 300 mm de diamètre par exemple. Pour ces dimensions de renflement, les flasques 10 et 12 peuvent avoir un diamètre d'environ 880 mm. Les barres peuvent être en forme de tube de 20 mm d'épaisseur, constituées d'une matrice thermo-durcissable (résine polyester, vinylester, époxyde ou phénolique par exemple) contenant une charge de renforcement fibreuse (fibre de verre, de carbone, aramide ou métallique par exemple). La teneur en charge de renfort sera généralement comprise entre 50 et 70 % en poids. Une composition du même genre peut être utilisée pour constituer les flasques.

Un seul et meme type de noeud peut être utilisé pour constituer des structures de charpente spatiale ayant une courbure variable.

Le voile d'étanchéité 30 placé à l'intérieur de la charpente constitue une cheminée continue de guidage d'écoulement. Dans le mode particulier de réalisation montré en figure 5, ce voile se compose de plusieurs bandes annulaires 32 dont les bords sont fixés à des rangées horizontales de noeuds par

des moyens de liaison sensiblement étanches. Dans le cas illustré sur la figure 5, la liaison entre un noeud et deux bandes 32 successives comporte une biellette 34 ayant une liaison articulée avec le boulon correspondant 20 et une ceinture 36 de liaison formant rotule. La position de la ceinture 36 sur la biellette 34 est réglable à l'aide d'écrous 38, ce qui permet d'ajuster la forme et la tension des bandes 32. Ces bandes présentent des bourrelets terminaux 40 emprisonnés dans des gorges de la ceinture.

Cette disposition permet de donner à la cheminée une forme légèrement différente de celle de la charpente et donc d'optimiser la loi de variation de la section droite offerte à l'écoulement le long de la structure.

La toile sera généralement réalisée par tissage de fils de matériaux plastiques tels que les polyesters, puis enduction par matériaux thermo-plastiques ou thermo-durcissables visant à imperméabiliser la toile.

Le voile ne s'étend pas vers le bas au delà de la rangée inférieure de barres 6, de façon à laisser libre un passage d'entrée d'air. Il est possible de prévoir une bande supplémentaire de toile, lestée de façon à être tendue, pouvant être déroulée plus ou moins au dessous de la rangée inférieure de barres 6 de façon à permettre le réglage de la section de passage.

La charpente est susceptible de nombreuses variantes de réalisation. Elle peut être doublée, dans les zones supportant des efforts particulièrement importants, en liant ensemble deux noeuds à l'aide de boulons 20 de grande longueur. Pour permettre d'adopter une section suivant un plan méridien s'évasant largement vers le bas, il est possible de prévoir une constitution en fourche de la charpente la partie basse, comme indiqué schématiquement sur la figure 7.

Il est également possible d'utiliser des structures de toiles différentes de celles montrées en figure 5 et notamment d'utiliser des bandes 32 raccordées sur place à l'aide de couvre-joints 42 serrés par des boulons 44 ayant un oeil terminal de liaison articulé comme cela est montré sur la figure 8.

D'autres solutions encore sont possibles.

Du fait de la légèreté de la structure ainsi réalisée, sa fabrication peut être entreprise de façon simple à partir du sol, ce qui supprime les difficultés que présenterait l'assemblage de profilés tubulaires à grande hauteur. Le couronnement, maintenu au dessus du niveau du sol par des vérins ou d'autres supports ou engins, reçoit les profilés les plus hauts. Puis l'ensemble est levé périodiquement pour permettre le montage des profilés situés immédiatement au dessous de ceux qui ont été placés. On peut ainsi réaliser l'ensemble de la charpente de façon simple.

Une variante consiste à prévoir un mât central utilisé pour les besoins divers d'entretien et de surveillance de l'ouvrage. Il supporte des bras mobiles pouvant porter des nacelles, outils ou tout autre appareil d'intervention nécessaire. Dans une autre variante, le voile est muni de fils, structuraux ou non, prévus pour y faire passer un courant de chauffage en vue du dégivrage ou pour éviter la prise en glace.

Les avantages de l'invention apparaissent immédiatement à la lecture de la description ci-dessus. Ils sont particulièrement importants dans le cas de structures de grande hauteur. Il est possible de réaliser des formes s'écartant largement de l'hyperboloïde classiquement adopté dans le cas de réfrigérant atmosphérique en béton. La résistance à chaque niveau peut être adaptée aux efforts à supporter. Le coût d'une structure de grande hauteur est plus faible que celle d'une structure équivalente en béton. La durée de montage est beaucoup plus faible. Et enfin les réparations sont beaucoup plus faciles.

Les structures internes d'un réfrigérant conforme à l'invention peuvent être pratiquement identiques à celles des réfrigérants existant à l'heure actuelle, qui sont d'ailleurs dans une très large mesure indépendantes de la coque.

Revendications

1. Structure en coque, utilisable notamment pour réaliser la cheminée d'un réfrigérant atmosphérique, comprenant une charpente reposant sur des fondations ancrées dans le sol et un voile (30) porté par la charpente et délimitant une cheminée, caractérisée en ce que la charpente est constituée par un treillis comprenant trois jeux de barres (2,4,6), l'un des jeux étant constitué de barres horizontales de façon à constituer des cerces et les deux autres jeux étant constitués de barres ayant des inclinaisons opposées par rapport à la verticale, de façon à constituer un treillis dont la maille est sensiblement en forme de triangle équilatéral, les barres étant reliées par des noeuds d'assemblage situés aux sommets des triangles et en ce que le voile forme une cheminée continue, disposée à l'intérieur de la charpente et tendue par liaison à cette dernière.

2. Structure en coque selon la revendication 1, caractérisée en ce que les barres sont constituées en matériau thermo-durcissable renforcé par des fibres.

3. Structure selon la revendication 2, caractérisée en ce que chaque barre est constituée par pultrusion, enroulement filamentaire, injection en moule ou tout autre procédé de plasturgie.

4. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le voile est formé de bandes horizontales raccordées de façon sensiblement étanche et tendues par rapport aux noeuds.

5. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que chaque noeud de jonction entre barres comprend deux flasques coaxiaux (10,12) munis de moyens (18-24) destinés à les rapprocher dans la direction de l'axe, caractérisé en ce que chaque flasque comprend au moins deux alvéoles (16) régulièrement répartis au-

tour de l'axe et coopérant avec les alvéoles de l'autre flasque pour constituer des logements destinés à emprisonner des renflements terminaux (26) des barres.

6. Structure selon la revendication 5, caractérisée en ce que les surfaces internes des alvéoles (16) sont en forme de calotte sphérique délimitant une sphère de diamètre correspondant, aux tolérances dimensionnelles près, à celui des renflements, également de forme sphérique.

7. Structure selon la revendication 5 ou 6, caractérisée en ce que les moyens de rapprochement comportent une cheminée centrale ménagée dans chaque flasque et destinée à recevoir un boulon de serrage central (20) et des trous (22) rèpartis à la périphérie des flasques entre les logements et destinés à recevoir des boulons de serrage (24), lesdits boulons de serrage étant munis de moyens de raccordement au voile et de mise en tension de ce dernier.

8. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le voile est muni de fils, structuraux ou non, prévus pour y faire passer un courant de chauffage en vue du dégivrage ou pour éviter la prise en glace.

9. Procédé de montage d'une structure en coque selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on assemble les barres progressivement du haut vers le bas, en relevant à l'aide de vérins la partie déjà réalisée avant de la prolonger vers le bas pour constituer une charpente et en ce que l'on constitue un voile interne continu par fixation de bandes annulaires de toile aux noeuds de la charpente.

FIG.1.

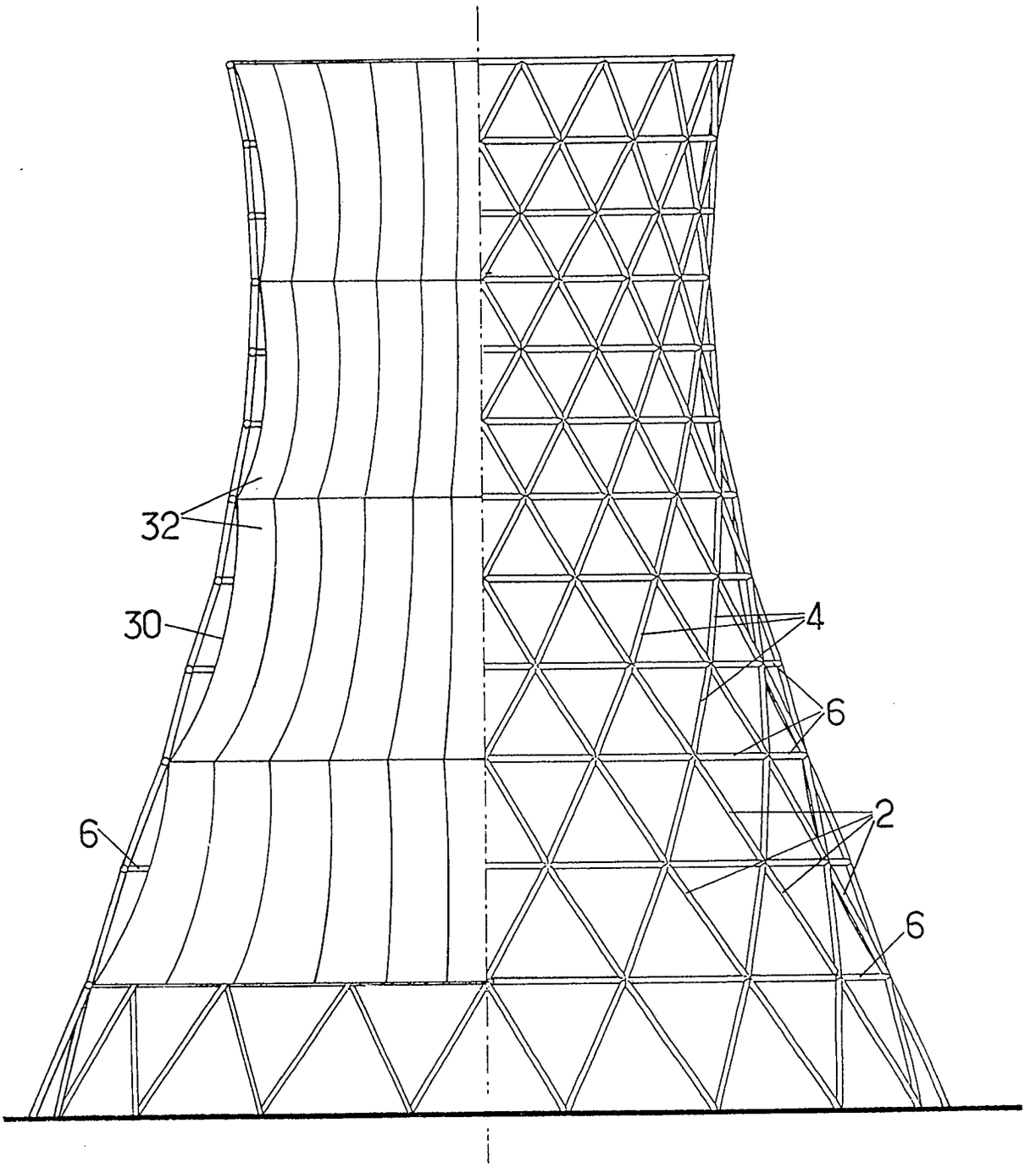


FIG.2.

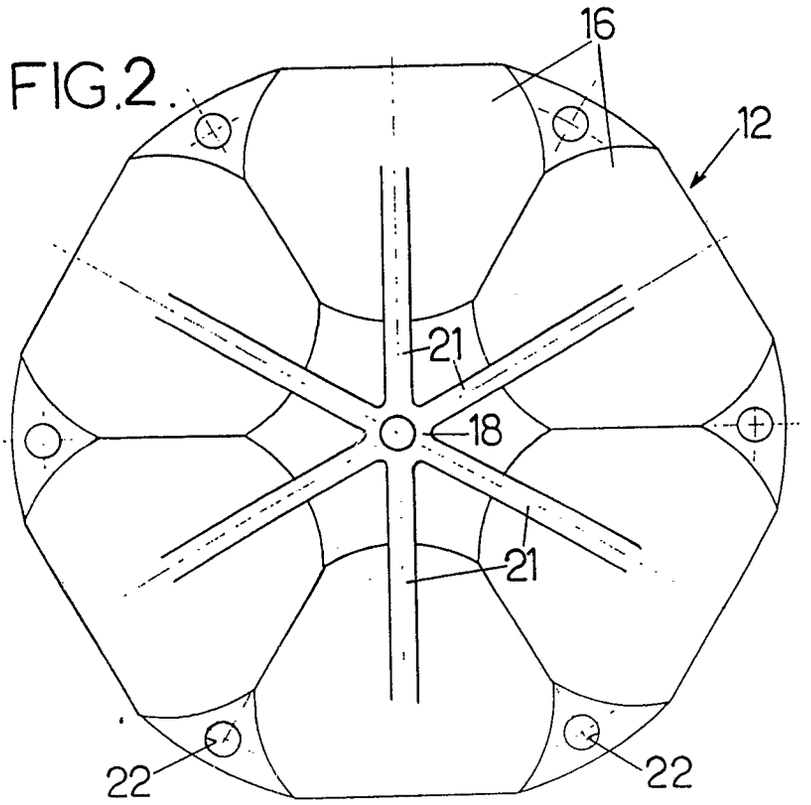


FIG.4.

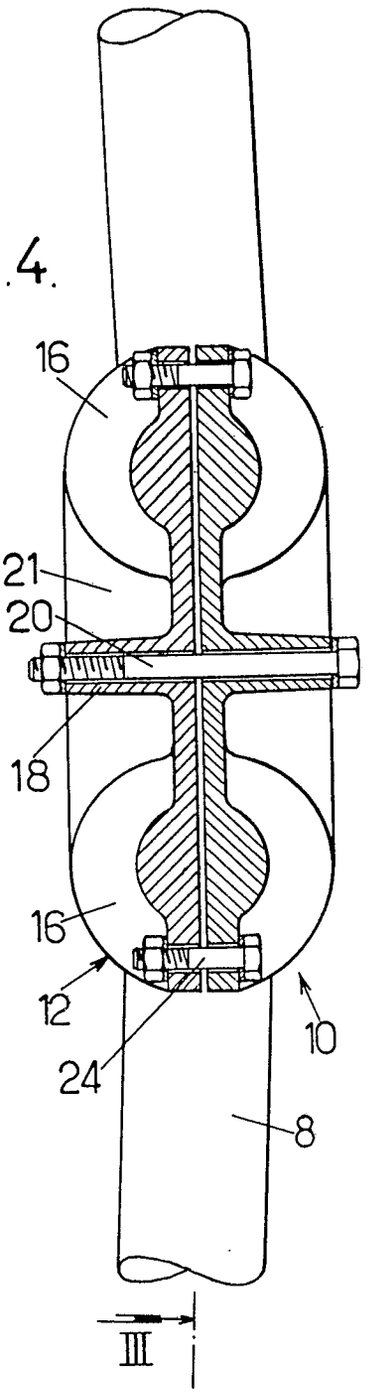


FIG. 3.

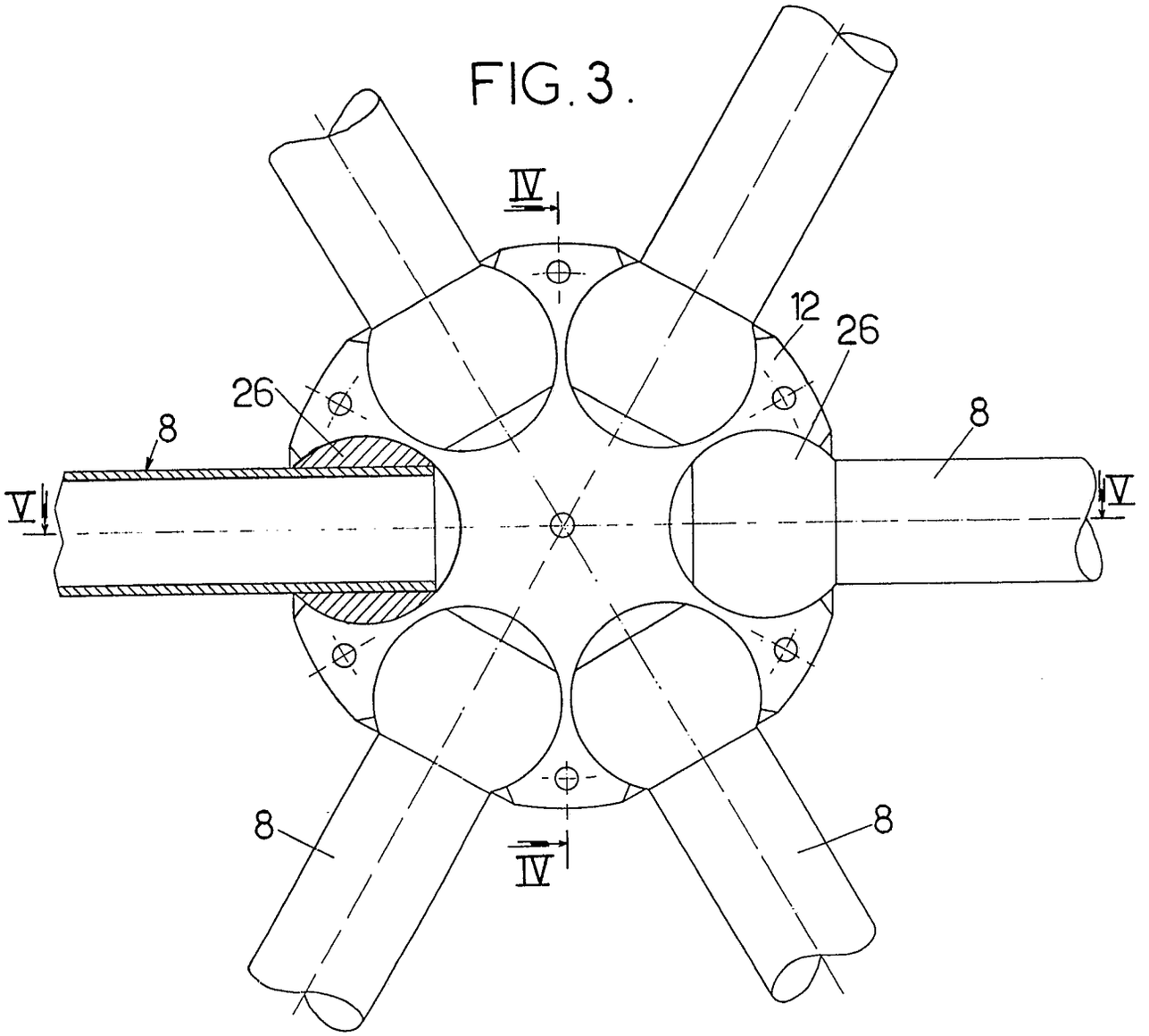
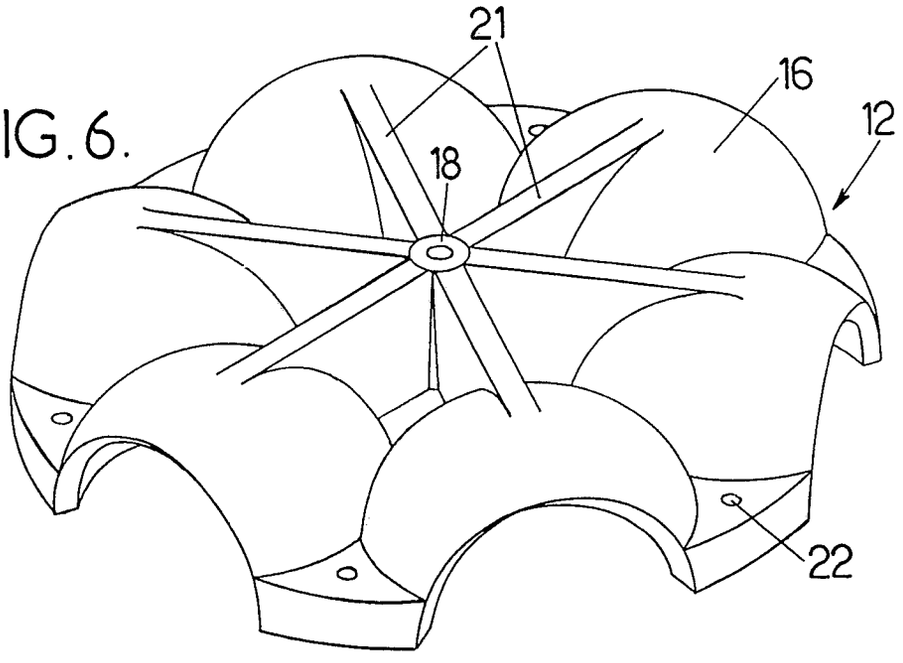


FIG. 6.



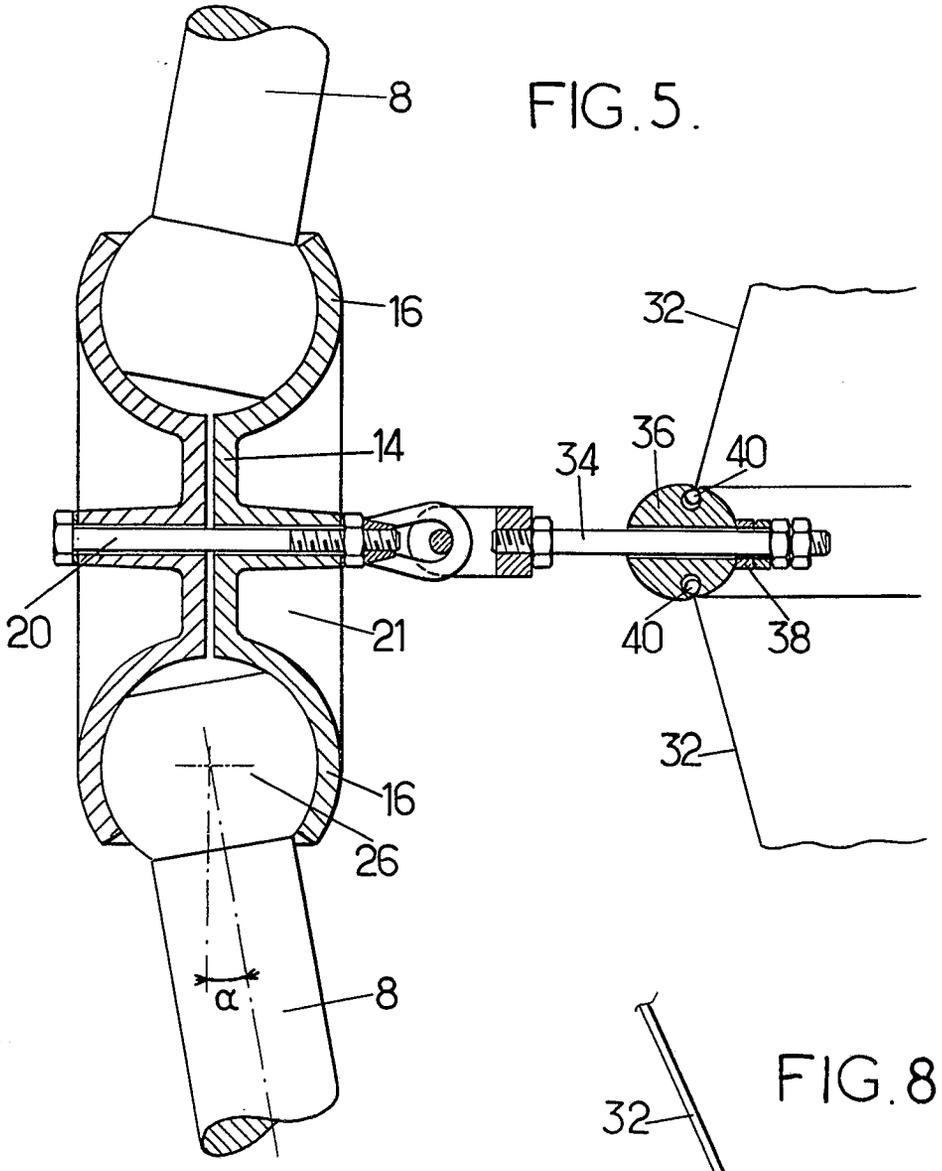


FIG.5.

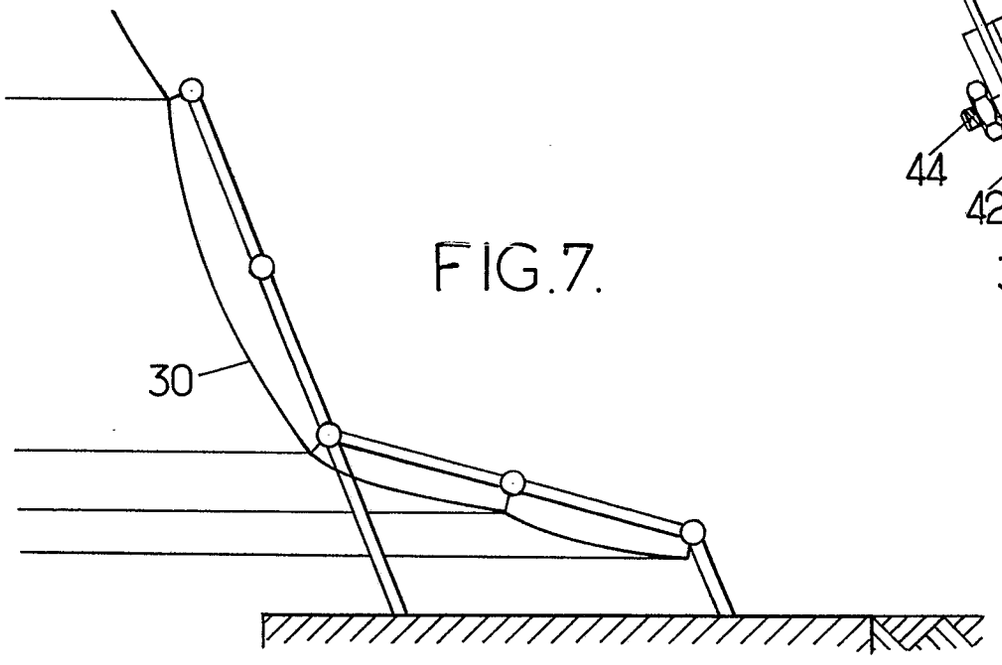


FIG.7.

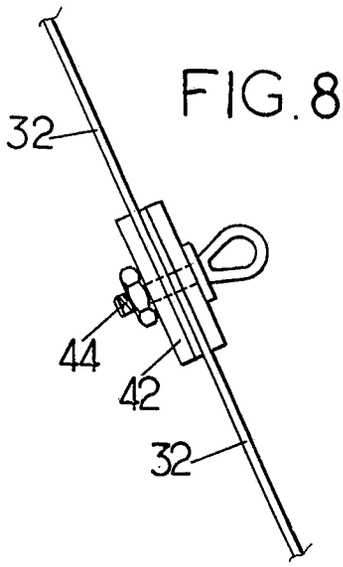


FIG.8.

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 88 40 2389

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)
D,Y	FR-A-2 222 516 (USS ENGINEERS AND CONSULANTS INC.) * Page 7, ligne 28 - page 8, ligne 7; page 10, ligne 25 - page 11, ligne 17; figures 5,6 *	1	E 04 H 5/12
Y	EP-A-0 218 542 (MANNESMAN AG) * Page 2, ligne 11 - page 3, ligne 11; figures 1,3,4 *	1	
A		4	
A	GB-A-2 036 846 (B.I.C.C. LTD) * Page 1, lignes 21-71 *	2,3	
A	US-A-4 637 903 (BARDO et al.) * Colonne 3, lignes 6-20,51-64; figures 1,7 *	2,3	
A	FR-A-1 406 076 (GARCIA) * Page 1, colonne 2, ligne 32 - page 2, colonne 2, ligne 13; figures 1-4 *	5-7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	EP-A-0 204 430 (T.A. PELSUE CO.) * Colonne 2, lignes 24-54; figures 1-4 *	5-7	E 04 H E 04 B
A	DE-A-2 824 744 (ZERNA) * Page 11, ligne 25 - page 13, ligne 19; figures 1,3,4 *	9	

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	04-01-1989	PORWOLL H.P.

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 03.82 (P0402)