

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **79400258.4**

(51) Int. Cl.²: **E 04 C 2/32**

(22) Date de dépôt: **24.04.79**

E 04 B 1/32, E 04 B 7/10

(30) Priorité: **25.04.78 FR 7812141**

(43) Date de publication de la demande:
31.10.79 Bulletin 79 22

(64) Etats Contractants Désignés:
BE DE GB IT NL SE

(71) Demandeur: **Iconomou, Constantin**
15, rue Paul Fort
F-75014 Paris(FR)

(72) Inventeur: **Iconomou, Constantin**
15, rue Paul Fort
F-75014 Paris(FR)

(74) Mandataire: **Roger-Petit, Jean-Camille et al,**
OFFICE BLETRY 2, Boulevard de Strasbourg
F-75010 Paris(FR)

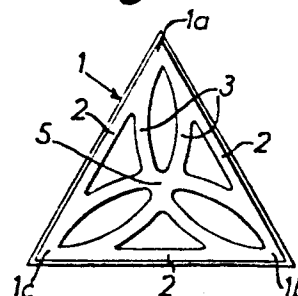
(54) **Panneau à bossages de rigidité à section creuse, et structures réalisées à partir de tels panneaux.**

(57) Ce panneau de construction susceptible d'être en appui sur ou au voisinage de ses coins est formé d'une couche d'épaisseur sensiblement constante d'un matériau rigide et comporte en outre un réseau de bossages à section creuse destinés à en augmenter la rigidité.

Cet ensemble de bossages comprend des bossages périphériques 2 formés le long de tous les bords du panneau et des bossages internes 3 s'étendant des coins du panneau ou du voisinage de ces coins pour converger vers l'intérieur de ce panneau, et en ce que les bossages internes 3 forment un réseau de bossages interconnectés de densité régulière à la surface du panneau dans lequel aucun bossage ne s'étend seul, en ligne droite, entre deux bords quelconques, ni entre deux coins non voisins, ni entre un bord et un coin non voisins du panneau.

De tels panneaux peuvent être combinés pour créer des structures complexes auto-portantes, des coupoles par exemple.

Fig.1



TITRE MODIFIÉ

voir page de garde

Panneau à bossages de rigidité à section creuse.

La présente invention a pour objet un panneau de construction susceptible d'être en appui sur ou au voisinage de ses coins, formé d'une couche d'épaisseur sensiblement constante d'un matériau rigide et comportant en outre un réseau de bossages à section creuse destinés à en augmenter la rigidité.

Il est connu d'augmenter la rigidité d'une plaque d'un matériau quelconque en la renforçant à sa surface, par des nervures rapportées ou venant de moulage avec cette plaque.

10 Dans un tel cas, les nervures sont pleines et leur effet de renforcement apparaît quelle que soit leur distribution et position à la surface de la plaque.

Il est également connu d'augmenter la rigidité d'une plaque en la déformant à certains endroits de sa surface de manière à faire apparaître des bossages à section creuse, la plaque finie ayant cependant une épaisseur sensiblement constante sur toute sa surface, y compris à l'endroit des bossages. Dans ce cas, le renforcement n'est pas produit par apport de matière et résulte de la nécessité, pour la plaque soumise

15 à certaines contraintes, de satisfaire à des conditions de topologie liées à la répartition et la disposition relative de ses bossages. C'est ainsi que par rapport à une plaque présentant de tels bossages obtenus par déformation ou moulage, une seconde plaque dotée de bossages supplémentaires peut

20 présenter une rigidité inférieure, les bossages destinés à augmenter la rigidité pouvant, dans des conditions données, se révéler comme des zones faibles permettant notamment un pliage favorisant un mode de déformation de la plaque.

Toutefois, il ne semble pas possible actuellement,

même en ayant recours aux plus récentes théories mathématiques ainsi qu'aux moyens informatiques modernes, de déterminer, pour un panneau de forme donnée, la configuration optimale des bossages de rigidité, c'est-à-dire la configuration de bossages pour laquelle la distribution des contraintes, dans le panneau soumis à des efforts appliqués sur sa surface, présente l'anisotropie la plus faible.

Dans ce contexte, l'invention a pour but, en fournissant de nouveaux critères de rigidité applicables a priori, et en proposant de nouvelles caractéristiques de construction, la réalisation de nouveaux panneaux dont la rigidité est supérieure à celle des panneaux connus.

Tout panneau conforme à la présente invention est essentiellement caractérisé en ce que l'ensemble de bossages qu'il présente comprend des bossages périphériques formés le long de tous les bords du panneau et des bossages internes s'étendant des coins du panneau ou du voisinage de ces coins pour converger vers l'intérieur de ce panneau, et en ce que les bossages internes forment un réseau de bossages interconnectés de densité régulière à la surface du panneau dans lequel aucun bossage ne s'étend seul, en ligne droite, entre deux bords quelconques, ni entre deux coins non voisins, ni entre un bord et un coin non voisins du panneau.

De préférence, certains au moins des bossages internes sont courbes et par exemple ils serpentent à la surface du panneau. Une autre caractéristique possible des bossages est leur profil en torsade.

La présente invention concerne les panneaux polygonaux, notamment triangulaires, carrés ou rectangulaires, à surface d'ensemble plane, les bossages délimitant alors des plages planes et coplanaires, ainsi que les panneaux dont la structure résulte d'une transformation topologique de ces panneaux polygonaux plans et la surface d'ensemble n'est plus plane. On a constaté que ces derniers présentent des propriétés statiques égales, sinon supérieures à celles des panneaux plans précités.

A titre d'exemples de surfaces de panneaux de ce dernier type, on citera les surfaces gauches comme

les surfaces conoïdes, notamment les surfaces paraboloides hyperboliques (PH) bien connues en architecture, on citera également les surfaces sphériques, ellipsoïdales, ovoïdes, ainsi que les surfaces développables comme les surfaces cylindriques ou coniques.

Par ailleurs, tous ces panneaux à points d'appui et à surface plane ou non ont l'avantage de pouvoir être combinés entre eux pour créer des structures complexes solides de plus grande portée, les panneaux élémentaires étant fixés entre eux par tous moyens appropriés.

Quelques exemples de panneaux conformes à l'invention seront évoqués ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence au dessin annexé sur lequel :

La figure 1 est une vue de dessus d'un panneau triangulaire suivant un mode de l'invention.

Les figures 2 et 3 sont des schémas de panneaux triangulaires également conformes à l'invention.

La figure 4 est une vue de dessus d'un panneau carré conforme à l'invention.

Les figures 5 à 11 sont des schémas d'autres panneaux carrés conformes à l'invention.

La figure 12 est une vue de dessus d'un panneau rectangulaire conforme à l'invention.

Les figures 13 à 18 sont des schémas d'autres panneaux rectangulaires conformes à l'invention.

La figure 19 est une vue en coupe suivant la ligne IXX-IXX de la figure 4.

La figure 20 est une vue en coupe suivant la ligne XX-XX de la figure 4.

La figure 21 est une vue de dessus d'un bossage utilisable pour les panneaux de l'invention.

La figure 22 est une vue en coupe d'un tel bossage.

Les figures 23 à 31 sont des schémas de panneaux présentant des configurations élémentaires prohibées conformément à l'invention.

Les figures 32 à 34 sont des vues en perspective de panneaux selon l'invention à surface paraboloides hyperbolique (PH).

La figure 35 représente une vue en perspective d'un panneau selon l'invention à surface sphérique.

La figure 36 est une vue de dessus d'un assemblage en nappe de panneaux à surface PH.

5 La figure 37 montre en perspective un assemblage en demi-cylindre de panneaux également à surface PH.

La présente invention concerne en premier lieu un panneau polygonal 1, par exemple triangulaire, carré ou rectangulaire, spécialement conçu pour supporter des efforts
10 appliqués perpendiculairement à sa surface (c'est-à-dire, en se reportant aux figures 1, 4 et 12 par exemple, perpendiculairement au plan de la feuille de dessin), et pour transmettre ces efforts à des points d'appui (non représentés) sur lesquels le panneau est en appui par ses coins 1a, 1b, 1c, 1d.

15 Ce panneau est constitué d'une couche d'épaisseur sensiblement constante d'un matériau rigide tel qu'un métal comme l'acier ou une matière polymérique rigide, présentant des bossages 2, 3 à section creuse (figures 19, 20, 22) destinés à augmenter la rigidité, ces bossages délimitant,
20 au moins partiellement, des plages 4 planes et sensiblement coplanaires.

Selon l'invention, l'ensemble des bossages 2, 3 comprend d'une part des bossages périphériques 2 formés au voisinage de tous les bords du panneau, de préférence de
25 manière à relier tous les coins 1a, 1b, 1c, 1d du panneau, et d'autre part des bossages internes 3 s'étendant, du voisinage des coins du panneau, ou exactement à partir de ces coins, vers l'intérieur du panneau, c'est-à-dire de manière à se rapprocher du centre 5 de ce panneau.

30 Ces bossages internes 3 forment un réseau de bossages interconnectés présentant une densité régulière à la surface du panneau, cette régularité de densité se reconnaissant en ce qu'il n'existe pas de plage plane 4, totalement délimitée par des bossages, dont la surface atteigne la moitié de celle du
35 panneau.

D'autre part, il est avantageux que les différentes plages de surface et de forme voisines soient disposées autour du centre 5 du panneau suivant une distribution res-

pectant la symétrie du panneau.

Ainsi, si le panneau a une symétrie d'ordre 2 (rectangle), d'ordre 3 (triangle équilatéral), d'ordre 4 (carré), etc., la répartition des plages de surface analogue a très
5 préféablement une symétrie respective d'ordre 2, d'ordre 3, d'ordre 4, etc... On peut toutefois aussi adéquatement prévoir, pour tout panneau ayant une symétrie d'ordre au moins égale à 3, que la répartition des plages analogues ait une symétrie
10 d'ordre multiple ou infini, et, pour tout panneau ayant une symétrie d'ordre au moins égal à 6, que la répartition des plages analogues ait une symétrie d'ordre sous multiple.

Par ailleurs, le réseau formé par les bossages internes 3 est tel qu'aucun bossage rectiligne ne s'étende
15 intégralement entre deux bords quelconques du panneau, ni entre deux coins non voisins du panneau, ni entre un bord et un coin non voisins de ce même panneau.

Compte tenu de la difficulté que l'on rencontre à mettre en évidence d'autres caractéristiques exprimées par des mots, et susceptibles de distinguer les panneaux de l'invention,
20 le présent texte renvoie aux dessins, et notamment aux figures 1 à 18, qui représentent différents modes de réalisation de panneaux rigides.

Le présent texte renvoie également aux figures 23 à 31 qui illustrent des contre-exemples typiques de l'invention,
25 c'est-à-dire des panneaux présentant une rigidité nettement inférieure à celle que présentent les panneaux des figures 1 à 18.

Le panneau de la figure 23 n'appartient pas à l'invention, car il présente au moins un bossage rectiligne s'étendant d'un coin du panneau ou de son voisinage immédiat à
30 un côté non voisin ou à son voisinage immédiat ; les panneaux des figures 24, 26, 28, 30 n'appartiennent pas à l'invention, car ils présentent au moins un bossage rectiligne s'étendant entre un bord quelconque du panneau ou son voisinage immédiat
35 et un autre bord quelconque ou son voisinage immédiat ; les panneaux des figures 27 et 29 n'appartiennent pas à l'invention car ils présentent au moins un bossage rectiligne s'étendant entre un coin du panneau ou son voisinage immédiat et un coin non voisin, ou son voisinage immédiat ; enfin les

panneaux des figures 25, 26 et 31 n'appartiennent pas à l'invention car les bossages internes ne sont pas interconnectés, c'est-à-dire au moins extrêmement voisins.

Il faut voir que les figures 23 à 31 illustrent certaines des configurations de base interdites par les caractéristiques précédemment explicitement énoncées.

Non seulement il existe une infinité d'autres configurations de base que ces mêmes caractéristiques explicites permettent d'exclure, mais il est également clair que les combinaisons, par superposition, de configurations interdites sont également interdites.

A titre d'exemple, on peut ainsi dire que les configurations résultant des superpositions des figures 23 et 24, ou 23 et 25, ou 24 et 25, ou 26 et 27, ou 29 et 30, ou 29, 30 et 31 etc..., sont interdites.

Il est avantageux, pour augmenter la rigidité, de prévoir que les bossages internes 3 aient un trajet courbe, comme on peut le voir sur la figure 1, et, mieux encore, que ces bossages serpentent à la surface du panneau, c'est-à-dire qu'ils passent alternativement de part et d'autre de la direction qu'ils suivent pour former un trajet sinueux, comme on peut notamment le voir sur les figures 3, 7, 8, 17.

De préférence, on évite les croisements de bossages au centre du panneau lorsque ces bossages sont rectilignes ; par contre, comme le montre la figure 8, les croisements, au centre, de bossages à trajet sinueux sont tout à fait permis.

Les figures 19 et 20, qui sont des vues en coupe suivant respectivement les lignes IXX et XX de la figure 4, montrent que les panneaux de l'invention peuvent être collés ou soudés, par leur face montrant l'intérieur des bossages, sur une plaque plane 6 d'un matériau inextensible et de préférence également rigide, tel que le contre-plaqué, l'acier, une substance polymérique, etc.. Cette plaque peut également être constituée par un autre panneau conforme à l'invention.

Comme on le voit sur la figure 21 représentant un bossage vu de dessus, et sur la figure 22, représentant ce même bossage vu en coupe suivant la ligne XXII-XXII, les bossages peuvent avoir un profil en torsade. Cette caractéristique permet d'augmenter la résistance à la torsion des

bossages et, en conséquence, la rigidité du panneau.

L'invention concerne aussi des panneaux tels que ceux représentés sur les figures 32 à 35 et dont la structure résulte d'une transformation topologique d'un panneau polygonal plan présentant les caractéristiques de bossages rappelées ci-dessus. (Les bossages n'ont pas été représentés sur ces figures pour ne pas les compliquer.

Les panneaux ABCD selon les figures 32 et 33 sont des panneaux à surface PH dont les contours se projettent respectivement suivant un carré et un triangle ; autrement dit, on peut considérer que leur structure résulte d'une transformation topologique de panneaux plans respectivement A_1BC_1D et DB_1C , les bossages de ces panneaux plans subissent également la même transformation.

La figure 34 montre un panneau ABCDEF à surface gauche, dont chaque demi-surface (ABEF et BCDE) est une surface PH qui se projette suivant un trapèze (A_1BE_1F et BC_1DE_1).

Le panneau sphérique ABC (figure 35) se projette selon un triangle équilatéral ou isocèle.

On peut créer toutes sortes de structures à partir des panneaux plans ou non portant les bossages caractéristiques décrits ci-dessus.

On citera notamment la construction de coupoles. Dans le cas des coupoles sphériques, on assemblera plus spécialement des panneaux plans triangulaires isocèles, qui représentent en fait des subdivisions des faces d'un icosaèdre et dont le nombre dépend de l'analyse en divisions régulières de l'icosaèdre que l'on souhaite reconstituer (fréquence 2, 3, 4 etc...). Dans de tels assemblages, les bossages périphériques des panneaux élémentaires agissent comme les barres d'une structure portante et renforcent la liaison entre deux éléments adjacents. Il n'est donc pas nécessaire de prévoir l'installation d'une structure portante sur laquelle on vient ensuite adapter des panneaux dits de remplissage. Conformément à la présente invention, chaque panneau élémentaire est une structure auto-portante et les ensembles complexes qu'ils permettent de créer sont donc autoportants.

D'une façon générale, on peut envisager des constructions cylindriques, ellipsoïdales, ovoïdes etc.. Ainsi, les figures 36 et 37 présentent des assemblages respectivement en nappe et en demi-cylindre de panneaux à surface PH à projection losange.

Il est du reste bien entendu que les modes de réalisation décrits ci-dessus ont été donnés à titre d'exemple et que des modifications accessibles à l'homme de l'art peuvent y être apportées sans sortir du cadre de la présente invention.

REVENDICATIONS DE BREVET

1.- Panneau de construction susceptible d'être en appui sur ou au voisinage de ses coins, formé d'une couche d'épaisseur sensiblement constante d'un matériau rigide et comportant en outre un réseau de bossages à section creuse destinés à en augmenter la rigidité, caractérisé en ce que cet ensemble de bossages comprend des bossages périphériques 2 formés le long de tous les bords du panneau et des bossages internes 3 s'étendant des coins du panneau ou du voisinage de ces coins pour converger vers l'intérieur de ce panneau, et en ce que les bossages internes 3 forment un réseau de bossages interconnectés de densité régulière à la surface du panneau dans lequel aucun bossage ne s'étend seul, en ligne droite, entre deux bords quelconques, ni entre deux coins non voisins, ni entre un bord et un coin non voisins du panneau.

2.- Panneau suivant la revendication 1, caractérisé en ce que certains au moins des bossages internes sont courbes.

3.- Panneau suivant la revendication 2, caractérisé en ce que certains au moins des bossages internes serpentent à la surface du panneau.

4.- Panneau suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les bossages ont un profil en torsade.

5.- Panneau selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il est polygonal, à surface d'ensemble plane.

6.- Panneau selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que sa structure résulte d'une transformation topologique d'un panneau polygonal plan, tel que défini à la revendication 5 et en ce que sa surface d'ensemble n'est pas une surface plane.

7.- Panneau selon la revendication 6, caractérisé en ce que sa surface est choisie parmi les surfaces gauches comme les surfaces conoïdes, notamment les surfaces paraboloides hyperboliques; les surfaces sphériques, ellipsoïdales, ovoïdes; et les surfaces développables comme les surfaces cylindriques ou coniques.

8.- Structure complexe auto-portante consistant en l'assemblage de panneaux tels que définis à l'une quelconque des revendications 1 à 7.

9.- Coupoles réalisées à partir de panneaux triangulaires équilatéraux ou isocèles tels que définis à la revendication 5.

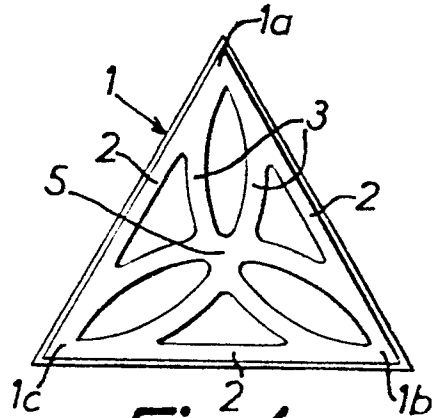
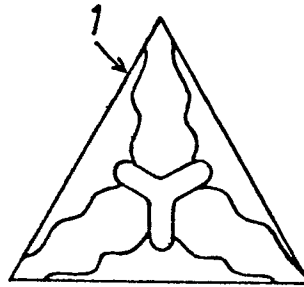
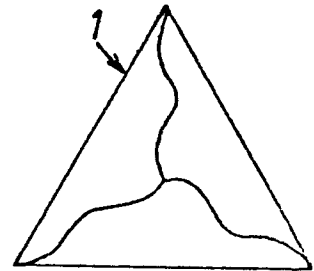
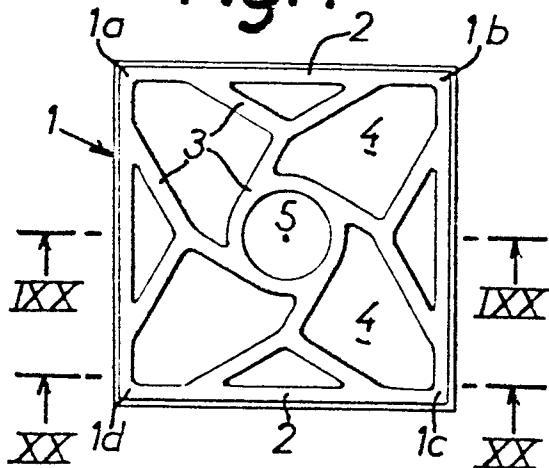
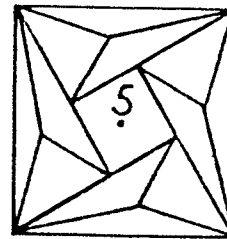
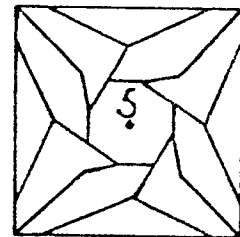
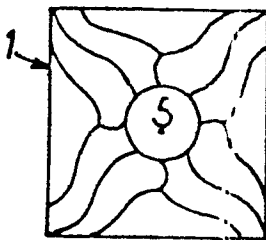
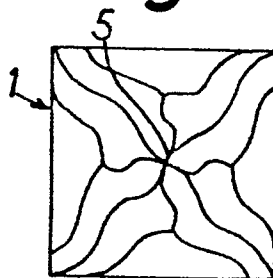
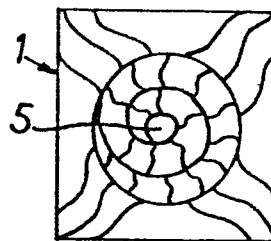
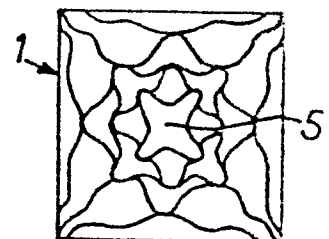
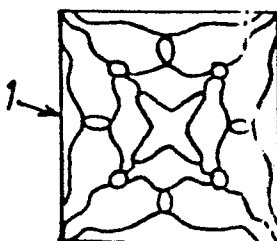
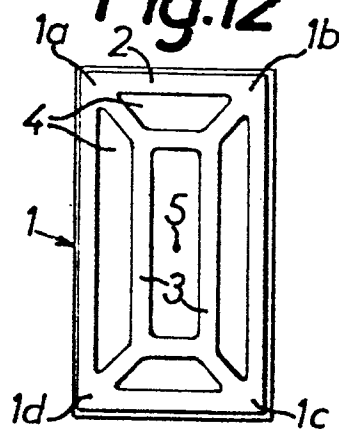
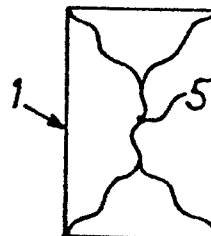
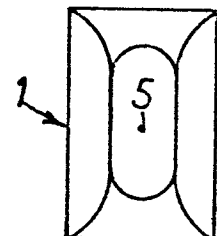
Fig.1**Fig.3****Fig.2****Fig.4****Fig.5****Fig.6****Fig.7****Fig.8****Fig.9****Fig.10****Fig.11****Fig.12****Fig.13****Fig.14**

Fig.15 *Fig.16* *Fig.17* *Fig.18*

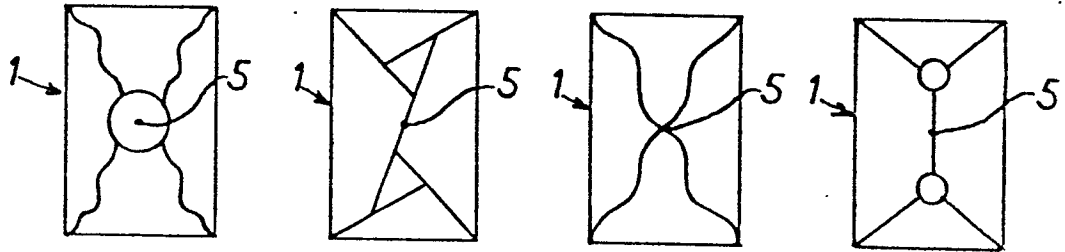


Fig.19

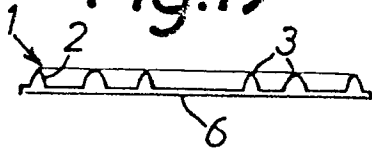


Fig.20

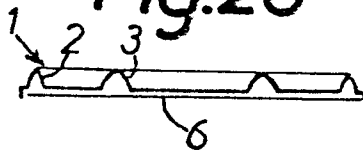


Fig.23

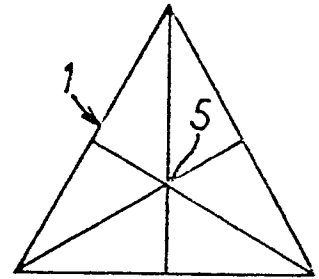


Fig.21

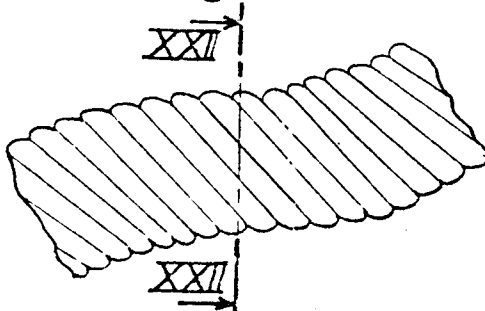


Fig.22



Fig.24

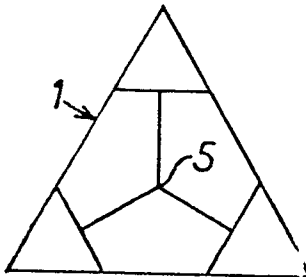


Fig.25

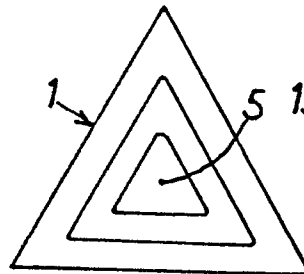


Fig.30

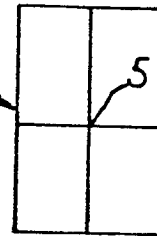


Fig.31

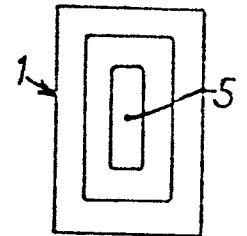


Fig.26

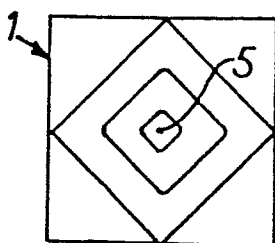


Fig.27

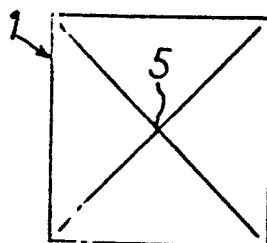


Fig.28

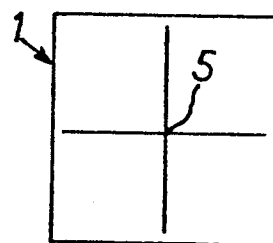


Fig.29

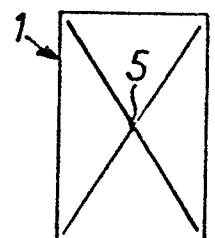
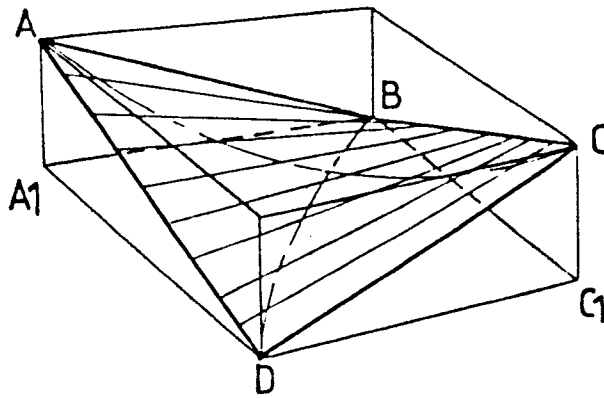
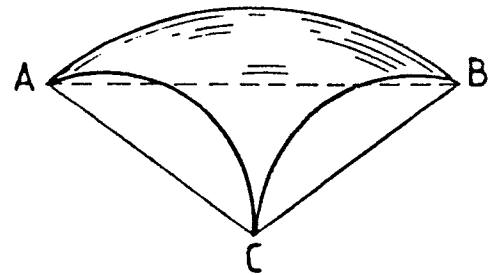
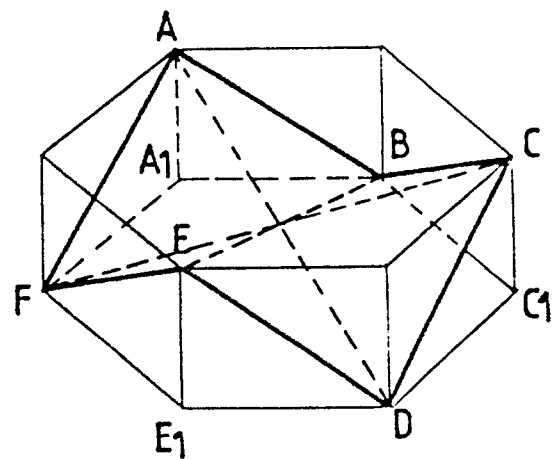
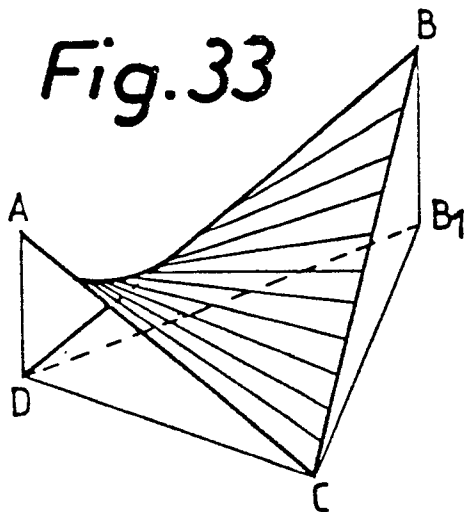
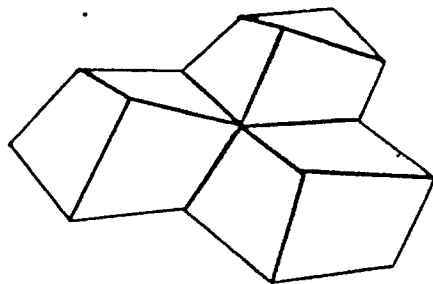


Fig.32*Fig.35**Fig.34**Fig.33**Fig.36**Fig.37*