

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Numéro de publication:

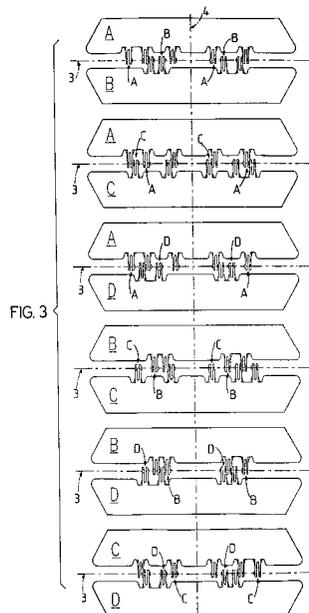
0 682 964 A2

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN21 Numéro de dépôt: **95107132.3**51 Int. Cl.⁶: **A63H 33/06**22 Date de dépôt: **11.05.95**30 Priorité: **17.05.94 CH 1522/94**43 Date de publication de la demande:
22.11.95 Bulletin 95/4784 Etats contractants désignés:
CH DE FR GB IT LI71 Demandeur: **TRIGAM S.A.**
Rue du Puits-Godet 8A
CH-2000 Neuchâtel (CH)72 Inventeur: **Bauer, Jean**
Chemin des Lérins 1
CH-2012 Auvernier (CH)
Inventeur: **Lebet, Jean-Philippe**
Route de Coffrane 22
CH-2206 les Geneveys-sur-Coffrane (CH)74 Mandataire: **Robert, Jean S.**
Case postale 152
CH-1257 Landecy (Genève) (CH)

54 Ensemble d'éléments articulés les uns aux autres.

57 Les quatre éléments A, B, C et D présentent chacun des protubérances A, B, C et D formées de fourches dont les branches sont élastiques, qui présentent chacune une creusure et une saillie. Ces protubérances A, B, C et D s'engagent les unes dans les autres, leurs saillies et leurs creusures s'accrochant les unes aux autres, et s'articulent ainsi les unes aux autres autour d'axes 3. Les suites des protubérances et des espaces libres qui les séparent sont déterminées de telle sorte que les quatre plaques puissent être articulées les unes aux autres deux à deux, ce qui a pour conséquence qu'elles peuvent être articulées les quatre les unes aux autres. Par rapport à l'axe central 4, les demi-suites de chaque élément A, B, C et D ne sont pas symétriques, même s'il s'avère qu'elles soient identiques.

**EP 0 682 964 A2**

La présente invention a pour objet un ensemble d'éléments présentant chacun au moins un bord rectiligne le long duquel lesdits éléments sont articulés les uns aux autres à l'aide de protubérances que présentent lesdits bords rectilignes, protubérances s'engrénant les unes aux autres.

Un ensemble d'éléments articulés les uns aux autres tel que mentionné ci-dessus peut donner lieu à des applications les plus diverses : jeux, réalisation de maquettes d'architecture, de meubles tels qu'étagères, bibliothèques, ou de structures de plus grande dimension telles que stand d'exposition, par exemple. L'application à des jeux représente cependant, dans le cas d'espèce, le but premier de l'invention. Dans ce cas, les éléments pourront être constitués de plaques polygonales, le plus souvent triangulaires, qui, en s'articulant les unes aux autres, permettront la réalisation de pyramides ou de polyèdres. Ces polyèdres peuvent être réunis les uns aux autres, par leurs arêtes, ce qui permet de former d'autres polyèdres. Grâce à l'articulation multiple, les polyèdres réalisés pourront aussi être munis de parois intérieures; si les faces de ces polyèdres, comme aussi leurs parois intérieures, présentent des ouvertures, le jeu pourra consister à faire passer des corps, sphériques ou autres, à travers ces ouvertures, ou à y fixer des pièces complémentaires, selon des règles établies. Si les éléments du jeu sont munis de motifs figuratifs ou symboliques, leur ensemble pourra constituer des puzzles spatiaux, à trois dimensions, offrant des possibilités supplémentaires par rapport aux puzzles habituels qui sont plans.

En fait, le nombre des applications d'un tel ensemble d'éléments articulés les uns aux autres, même limitées aux jeux, est considérable.

Il est à noter qu'il est déjà connu d'articuler des éléments les uns aux autres, même dans le domaine des jeux, à l'aide de saillies que présente un bord rectiligne de chaque élément. Cependant, dans les réalisations connues, d'une part on ne peut guère réunir plus de deux éléments tout en conservant le caractère d'articulation, les éléments étant alors simplement assemblés mais non articulés, et d'autre part leur assemblage ne peut, lorsqu'ils sont plus que deux, s'effectuer qu'à l'aide d'un des éléments, formant organe intermédiaire de liaison, sans que tous les éléments de l'ensemble, quels qu'ils soient, puissent être articulés, par paires, deux à deux.

Le but de la présente invention est de fournir une solution à ce problème.

Ce but est atteint grâce aux moyens définis dans la revendication 1.

Le dessin représente, à titre d'exemple, plusieurs formes d'exécution de l'objet de l'invention.

La fig. 1 représente un ensemble de quatre plaques aptes à être articulées les unes aux autres deux à deux, par paires.

La fig. 2 est une représentation schématique de la suite des protubérances et des espaces libres de deux des quatre plaques de la fig. 1.

La fig. 3 représente les quatre plaques de la fig. 1 articulées deux à deux.

La fig. 4 est une vue fortement agrandie d'une partie des deux premières plaques de la fig. 3 illustrant le mode d'accrochage des protubérances les unes aux autres.

La fig. 5 représente les quatre plaques de la fig. 1 articulées toutes les quatre les unes aux autres.

La fig. 6 est une vue éclatée des quatre plaques de la fig. 5.

La fig. 7 est une représentation schématique de la suite des protubérances et des espaces libres de dix cas de quatre plaques aptes à être articulées deux à deux, parmi lesquels le cas 7 correspond à la forme d'exécution des figs. 1 à 6.

La fig. 8 représente schématiquement deux suites plus courtes de protubérances permettant toute articulation trois à trois de quatre plaques.

La fig. 9 représente schématiquement trois suites de protubérances permettant huit articulations deux à deux de six plaques, sur quinze théoriquement envisageables, mais avec beaucoup plus de positions.

La fig. 10 est une représentation schématique des suites de protubérances d'une variante.

La fig. 11 représente un ensemble de cinq plaques aptes à être articulées les unes aux autres.

La fig. 12 est une vue à plus grande échelle d'un détail de la fig. 11.

La fig. 13 est une représentation schématique des suites des protubérances de trois des cinq plaques de la fig. 11.

La fig. 14 représente une plaque en forme de triangle équilatéral appartenant à un ensemble de plaques identiques.

La fig. 15 est une représentation schématique de la suite des protubérances et des espaces libres des trois côtés de la plaque triangulaire représentée à la fig. 14.

La fig. 16 est une vue en perspective d'une pyramide à base carrée formée de quatre plaques telles que celle représentée à la fig. 14.

La fig. 17 est une vue éclatée de cette pyramide, à plus petite échelle.

La fig. 18 est une vue en perspective d'une pyramide à base carrée formée de quatre plaques telles que celle représentée à la fig. 14, mais disposées d'une manière différente de celle de la fig. 16.

La fig. 19 est une vue éclatée de cette pyramide, à plus petite échelle.

La fig. 20 est une vue en perspective d'une pyramide formée par un ensemble de pyramides telles que celle représentée à la fig. 18, à plus petite échelle que celle des figs. 16 et 18.

La fig. 21 est une vue éclatée de la pyramide de la fig. 20.

5 Les figs. 22 et 23 sont des vues analogues à celles des figs. 20 et 21, respectivement, d'une variante de pyramide.

La fig. 24 est une vue en perspective d'une plaque carrée appartenant à un ensemble de plaques identiques dont les suites de protubérances sont les mêmes que celles de la forme d'exécution des figs. 1 à 6.

10 La fig. 25 est une vue en perspective d'un cube formé de six plaques telles que celle représentée à la fig. 24.

La fig. 26 est une vue éclatée de ce cube.

La fig. 27 est une vue en perspective d'une partie d'un réseau cubique formé de plaques carrées identiques telles que celle de la fig. 24.

15 La fig. 28 représente, d'une manière analogue à la fig. 3, deux plaques articulées l'une à l'autre, les protubérances d'accrochage étant cependant différentes de celles des différents exemples précédents.

La fig. 29 est une vue d'un détail de la fig. 28, à plus grande échelle.

La fig. 30 représente l'accrochage de trois plaques l'une à l'autre à l'aide de protubérances du même type que celles des figs. 28 et 29.

20 La fig. 31 est une coupe suivant la ligne XXXI-XXXI de la fig. 30.

La fig. 32 est une coupe suivant la ligne XXXII-XXXII de la fig. 30.

La fig. 33 est une représentation schématique, analogue à celle de la fig. 9, par exemple, de suites de protubérances et d'espaces libres dans lesquelles les protubérances ont la forme de celles des figs. 28 à 32, appliquées à cinq cas de quatre plaques aptes à être engrenées deux à deux.

25 Les figs. 34 et 35 représentent deux plaques carrées, la première à seize positions et la seconde à quinze, dans lesquelles les protubérances, schématiquement représentées, ont la forme de celles des figs. 28 à 32, permettant la réalisation de solides par engrènement de plaques identiques, et

La fig. 36 est une représentation schématique, analogue à celle de la fig. 33, des suites de quatre plaques aptes à être articulées deux à deux.

30 Les quatre plaques de la fig. 1, désignées par A, B, C et D, respectivement, ont été représentées sous une forme schématique pour illustrer le principe de l'invention. Elles sont aptes à être articulées les unes aux autres deux à deux, par paires, et par conséquent aptes à être articulées toutes les quatre les unes aux autres.

35 Il est à remarquer que, physiquement, les plaques A et C sont identiques, mais représentées au dessin retournées recto-verso l'une par rapport à l'autre. On dira qu'elles sont symétriques l'une par rapport à l'autre. Il en est de même des plaques B et D.

40 L'un des bords longitudinaux, rectilignes, de ces quatre plaques est muni de protubérances désignées par A pour la plaque A, par B pour la plaque B, par C pour la plaque C, et par D pour la plaque D. Ces protubérances, visibles à échelle agrandie à la fig. 4, sont chacune formées d'une languette formant saillie sur le côté rectiligne de la plaque, et qui sont fendues longitudinalement de manière que chaque protubérance soit ainsi formée de deux branches A₁ et A₂, B₁ et B₂, C₁ et C₂, D₁ et D₂, déformables élastiquement.

45 Les branches A₁, B₁, C₁ et D₁ présentent chacune, ménagée sur leur face latérale extérieure, une creusure hémisphérique 1, alors que les branches A₂, B₂, C₂ et D₂ présentent, sur leur face latérale extérieure, une saillie hémisphérique 2. Lorsque les plaques sont assemblées les unes aux autres, par engagement réciproque de leurs protubérances les unes avec les autres, les saillies 2 de chaque protubérance s'engagent dans les creusures 1 d'une protubérance adjacente, ce qui assure l'assemblage, articulé, des plaques les unes aux autres, l'axe passant par l'ensemble des creusures 1 et des saillies 2, désigné par 3 aux figs. 3 et 4, formant l'axe de l'articulation.

50 Les protubérances A, B, C et D sont toutes de même largeur, cette largeur constituant l'unité de mesure des espaces libres ou intervalles séparant lesdites protubérances les unes des autres ou séparant les protubérances des extrémités des tronçons des côtés rectilignes des plaques sur lesquels se répartissent lesdites protubérances. Ces unités de longueur, qu'elles soient occupées par des protubérances ou qu'elles soient constituées par des espaces libres, seront appelées ci-après des "positions". Ces positions ont été indiquées par des points 5 à la fig. 1.

55 La fig. 2 représente la suite des positions des plaques A et B, les plaques C et D leur étant respectivement identiques, dans le cas du présent ensemble de plaques. On voit tout d'abord que ces suites sont à dix-huit positions. On voit ensuite qu'elles sont disposées de part et d'autre d'un axe, indiqué

en 4 aux figs. 1 et 2, qui passe par le milieu du bord rectiligne des plaques présentant les protubérances. On voit également que les demi-suites situées de part et d'autre de l'axe 4 sont dissymétriques par rapport à cet axe.

Si l'on ne considère que les espaces libres et qu'on leur confère un chiffre correspondant à leur nombre, avant, entre ou après les protubérances, on voit que la demi-suite de gauche de la plaque A, figurant dans la partie supérieure de la fig. 2, s'exprime par 0240, alors que la demi-suite de droite s'exprime par 151, ce qui n'est pas symétrique. Il en est de même pour ce qui est de la plaque B pour laquelle, comme le montre la partie inférieure de la fig. 2, la demi-suite de gauche s'exprime par 412 et la demi-suite de droite par 322. De plus, dans le cas des plaques A et B, et par conséquent des plaques C et D également, les deux demi-suites situées de part et d'autre de l'axe 4 sont non seulement dissymétriques, mais encore sont différentes l'une de l'autre.

Les figs. 5 et 6 montrent comment les plaques A, B, C et D peuvent s'articuler toutes les quatre, ensemble, les unes aux autres.

Il est à remarquer que, dans ces figures, les protubérances A, B, C et D de ces quatre plaques ont été représentées de façon stylisée alors qu'elles sont du type représenté en détail à la fig. 4.

On notera que la disposition des protubérances des quatre plaques A, B, C et D de la première forme d'exécution n'est pas la seule qui permette l'assemblage deux à deux, par paires, de quatre plaques.

En effet, une analyse générale de cette première forme d'exécution, à savoir une charnière multiple à quatre plaques ($N = 4$) permet de constater que plusieurs autres dispositions des protubérances peuvent entrer en ligne de compte, le nombre des positions étant toujours, dans ce cas, de dix-huit ($P_{\text{sym } 2.2} = 18$).

Ce nombre est conditionné par le fait que la symétrie entre les plaques A et C d'une part et B et D d'autre part impose des liaisons doubles AC... CA et DB ... BD.

Ces liaisons sont nécessairement formées par

- soit deux groupes de trois protubérances type ACA et BDB
- soit un groupe de trois protubérances + deux groupes de deux protubérances type ACA et BD ... DB
- soit quatre groupes de deux protubérances type AC ... CA et BD ... DB pour chaque demi-suite.

Les groupes symétriques de deux ou trois protubérances ne peuvent être séparés entre eux que par un nombre pair de protubérances (0 ou 2) du fait que

ACXBD, où X est A, B, C ou D, conduit à des situations existant déjà, à savoir CA, BD, ou qui n'ont pas d'intérêt, étant du type CC ou BB.

En conséquence, une protubérance de séparation est exclue.

ACXYZBD, où X,Y,Z sont A, B, C ou D, conduit à une situation similaire avec trois protubérances de séparation, car X ne peut être ni A, ni C, ni Z, ne peut être ni B, ni D, ni Y et ne peut être d'une part que A ou C ou d'autre part que B ou D, ce qui est impossible.

Cela conduit aux dix cas suivants, illustrés à la fig. 7, dans laquelle la suite des intervalles a été indiquée, comme à la fig. 2, par des chiffres :

Cas 1

A	C	A	D	B	D	C	B	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---

C	D	A	B	D	B	C	A	C
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Il est à noter que, dans ce tableau, les lettres dans les cases correspondent aux protubérances et que les liaisons entre les protubérances appartenant à des plaques symétriques ont été indiquées en caractères gras.

On peut également envisager une représentation sous forme de table "binaire", comme indiqué ci-dessous pour le cas 1 seulement, où les chiffres "1" expriment la présence d'une protubérance et les chiffres "0" un espace libre. Une telle représentation binaire facilite un traitement mathématique ou informatique.

5

A	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
C	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
B	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
D	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0

10

Dans les cas 2, 3 et 4 indiqués ci-après sous forme de tableaux, les liaisons manquantes DC, BC, AB sont réalisées à gauche et à droite du bloc ACADB D.

15

Cas 2

D	C	B	A	C	A	D	B	D	B	D	B	C	A	C	D	A	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

20

Cas 3

B	A	C	A	D	B	D	C	B	D	A	B	D	B	C	A	C	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

25

Cas 4

C	B	A	C	A	D	B	D	C	A	B	D	B	C	A	C	D	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

30

Concernant les deux cas suivants (cas 5 et 6), il est à noter que l'on ne peut séparer les deux groupes ACA et DBD que par deux lettres, et non pas par une seule. En effet, en séparant ces deux groupes par une seule lettre X on obtiendrait ACA X DBD. Or, X = A ou B ou C ou D, de sorte que l'on formerait AA ou BD, BD ou AC, AC ou encore DD, toutes liaisons sans intérêt.

35

De même, il n'y a pas d'intérêt à insérer trois protubérances X, Y, Z entre deux groupes, ce qui conduirait à une situation analogue à celle où l'on insérerait une protubérance X seulement.

40

Cas 5

A	C	A	B	C	D	B	D	A	C	B	D	B	A	D	C	A	C
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

45

Cas 6

D	A	C	A	B	C	D	B	D	B	D	B	A	D	C	A	C	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

50

Cas 7

C	A	B	C	D	B	D	A	C	A	C	B	D	B	A	D	C	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

55

Ce cas correspond à la forme d'exécution des figs. 1 à 6.

En l'espèce, la demi-suite est obtenue à partir de la demi-suite du cas 5 en déplaçant simplement la liaison AC de l'extrême gauche à l'extrême droite.

5 Cas 8



10 La demi-suite de ce cas est obtenue à partir de la demi-suite du cas 6 en déplaçant simplement la liaison BD de l'extrême droite à l'extrême gauche.

On peut aussi considérer que les groupes ACA et BDB sont séparés pour former AC ...CA et DB ...BD. Il n'y a alors que deux façons de les placer qui constituent les cas 9 et 10.

15 Cas 9



20

Cas 10



25

La demi-suite du cas 10 est obtenue à partir de la demi-suite du cas 9 en déplaçant la neuvième protubérance "isolée" de l'extrême gauche à l'extrême droite.

30 Il est à remarquer qu'il n'est pas possible d'intercaler cette neuvième protubérance entre les quatre groupes de deux protubérances symétriques, car on aurait alors soit une répétition de protubérances soit une répétition de groupes de deux protubérances symétriques.

Formellement, il est toujours possible de permuter les noms des protubérances. Par exemple A avec C ou B avec D, ou encore AC avec BD, puisqu'il s'agit de désigner les plaques et les suites de protubérances qu'elles portent de manière arbitraire; physiquement ce ne sont donc pas des variantes.

35 Ces dix cas ont été illustrés schématiquement à la fig. 7 analogue à la fig. 2 de la première forme d'exécution. Dans cette figure, les désignations A et B des plaques ont été munies d'un indice chiffré correspondant au cas dont il s'agit.

Incidemment, le cas 7 de la fig. 7 correspond à la première forme d'exécution (fig. 2).

40 Dans les dix cas de la fig. 7, on voit que deux suites de protubérances suffisent dans chaque cas, les deux autres suites étant superposables par retournement.

Il faut cinq protubérances dans l'une des suites et quatre dans l'autre. Les dix-huit positions sont donc toutes occupées.

45 L'analyse des intervalles sur chacun des dix cas montre que la somme des intervalles des deux suites vaut 27 unités. Ce chiffre de 27 est constitué par $3 \times 7 + 1 \times 6$ en considérant les demi-suites. Dans le cas 1, par exemple, la somme des intervalles de la demi-suite de gauche de A est de six positions et celle de la demi-suite de droite de sept positions, alors que la somme des intervalles de la demi-suite de gauche de B est de sept positions et celle de droite également.

On trouve, dans chacun des dix cas, une suite qui commence par une protubérance d'extrémité.

50 Dans aucune des suites ou demi-suites il n'y a de protubérances adjacentes de sorte qu'il n'y a pas de "0" à l'intérieur d'une demi-suite.

Lorsque les protubérances sont au nombre de trois et que deux d'entre elles sont situées aux extrémités de la demi-suite, la somme des intervalles de la demi-suite vaut six positions. Il en résulte que l'intervalle le plus long est de cinq positions.

55 Il est exclu qu'il y ait deux intervalles de trois unités qui soient contigus, soit 331, soit 133, soit 033. Cela impliquerait des liaisons doubles inévitables de sorte qu'il en manquerait d'autres, nécessaires, ce qui exclut ces cas. En revanche, la demi-suite "313" est possible (cf cas 1 et 2 de la fig. 7).

On constate que, dans l'ensemble de ces dix cas :

un seul espace vaut 0

deux à quatre espaces valent 1
deux à cinq espaces valent 2
de zéro à deux espaces valent 3
un à trois espaces valent 4
5 de zéro à deux espaces valent 5

En d'autres termes, il y a toujours au moins un espace valant 0, au moins deux espaces valant 1, au moins deux espaces valant 2, au moins un espace valant 4 et au moins un espace valant 3 ou 5.

Le choix de l'un ou l'autre des cas 1 à 10 mentionnés ci-dessus pourra dépendre de la résistance de l'assemblage ou du couple mécanique nécessaire à la séparation de deux plaques.

10 On parlera de couple dès lors que la séparation des plaques les unes des autres s'effectuera par torsion autour d'un axe perpendiculaire au plan des deux plaques assemblées, disposées, pour l'expérience, dans le prolongement l'une de l'autre. L'évaluation de la résistance à la torsion peut s'effectuer en considérant les cas 1 à 10 ci-dessus.

15 Si l'on admet une force d'arrachement f constante pour chaque paire de protubérances en prise l'une avec l'autre, le couple de torsion ou moment M nécessaire à la séparation des deux plaques assemblées, calculé par rapport à l'axe médian 4, sera la suivant

$$|M_{xy}| = f \cdot d_{xy} + f \cdot d_{yx}$$

20 d_{xy} étant la distance entre l'axe 4 et une liaison quelconque, appelée d'une façon générale XY.

Bien entendu, s'il y a double liaison, le moment M est la somme des deux.

L'écart maximum entre les couples extrêmes, le couple moyen et le couple minimum a été indiqué en regard de chaque tableau des cas 1 à 10 repris de la fig. 7. Le détail du calcul des couples a été indiqué pour le cas 7 du fait qu'il s'agit du cas le plus favorable.

25

30

35

40

45

50

55

5	Cas 1	ACADBD CAB CDABDBCAC	Ecart maximum 26f, couple moyen 12f, couple minimum 4f
10	Cas 2	DCBACADBD BDBCACDAB	Ecart maximum 12f, couple moyen 12f, couple minimum 6f
15	Cas 3	BACADBD CB DABDBCACD	Ecart maximum 20f, couple moyen 12f, couple minimum 6f
20	Cas 4	CBACADBD C ABDBCACDA	Ecart maximum 14f, couple moyen 12f, couple minimum 8f
25	Cas 5	ACABCDBDA CBDBADCAC	Ecart maximum 24f, couple moyen 12f, couple minimum 6f
30	Cas 6	DACABCDBD BDBADCACB	Ecart maximum 20f, couple moyen 12f, couple minimum 6f
35	Cas 7	CABCDBDAC ACBDBADCA	Ecart maximum 10f, couple moyen 12f, couple minimum 8f
40	Cas 8	BDACABCDB DBADCACBD	Ecart maximum 16f, couple moyen 12f, couple minimum 6f
45	Cas 9	CDBCABDAC ACBDCADBA	Ecart maximum 12f, couple moyen 12f, couple minimum 8f
50	Cas 10	ACDBCABDA CBDCADBAC	Ecart maximum 18f, couple moyen 12f, couple minimum 6f

$$\begin{aligned}
 M_{AC} &= f * (8 + 1 + 1 + 8) &= f * 18 \\
 M_{BD} &= f * (3 + 4 + 4 + 3) &= f * 14 \\
 M_{AB} &= f * (7 + 5) &= f * 12 \\
 M_{AD} &= f * (2 + 6) &= f * 8 \\
 M_{CD} &= f * (5 + 7) &= f * 12 \\
 M_{BC} &= f * (6 + 2) &= f * 8
 \end{aligned}$$

On voit que c'est le cas 7 qui est le plus favorable du point de vue mécanique puisque c'est celui dont l'écart entre les couples extrêmes est le plus faible (10f) et surtout celui pour lequel le couple minimum est le plus élevé (8f). Cependant, le cas 4 présente également un couple minimum de 8f ce qui le rend presque aussi favorable que le cas 7. Il en est de même du cas 9 où le couple minimum est également de 8f, la seule différence résidant dans un écart maximum de 12f au lieu de 10f pour le cas 7.

La fig. 8 illustre le cas de quatre plaques dont deux, indiquées en A et B, sont symétriques des deux autres, respectivement, et qui sont assemblables trois à trois. L'un des côtés rectilignes de ces quatre plaques présente des suites de protubérances, de dix positions chacune, divisées en deux demi-suites chacune, situées à gauche et à droite d'un axe médian 4. La fig. 8 montre que la demi-suite de gauche de la plaque A présente deux protubérances d'extrémité séparées par un espace libre de trois unités, et la demi-suite de droite présente une protubérance située en son milieu, flanquée de deux espaces libres de deux unités chacun. Quant à la demi-suite de la plaque B, elle présente une protubérance située à une distance d'une unité de l'extrémité de la demi-suite et de trois unités de l'autre extrémité. Il en est de même de la demi-suite de droite de cette plaque B.

Il est à remarquer que la notation 13,13 de la fig. 8 pourrait suggérer qu'il y a symétrie. Tel n'est cependant pas le cas, car si l'on retourne la plaque par rapport à son axe médian, on constate que les protubérances sont alors placées à des endroits différents.

La fig. 9 indique la suite des protubérances de trois plaques A, B et C, à dix-huit positions, étant entendu que l'ensemble comprendra trois autres plaques symétriques, respectivement, des plaques A, B et C. Cet ensemble permettra huit assemblages ou charnières possibles, parmi les quinze assemblages deux à deux, théoriquement envisageables, mais avec davantage de positions.

La fig. 10 illustre schématiquement le cas d'un ensemble de quatre plaques à douze positions, dans lequel deux de ces plaques A et B sont symétriques par rapport aux deux autres, respectivement. Les deux demi-suites des protubérances A de la plaque A s'expriment par 05 et 23 et celles B de la plaque B par 23 et 05.

Une plaque auxiliaire T dont les demi-suites de protubérances T, qui s'expriment par 121, sont identiques et symétriques permet, en combinaison avec les quatre plaques de l'ensemble, un nombre de quatre assemblages A, B, C, D avec T, donc de tout assemblage des plaques A, B, C et D deux à deux, avec la plaque T.

Quant aux figs. 11 à 13, elles illustrent encore un cas d'un ensemble de quatre plaques A, B, C et D, à treize positions, dont les plaques C et D sont symétriques des plaques A et B respectivement, ensemble auquel est adjointe une plaque auxiliaire T. Cette dernière présente deux demi-suites de protubérances T situées de part et d'autre de l'axe médian 4, et de plus une protubérance centrale T', représentée à plus grande échelle à la fig. 11, disposée sur cet axe, qui diffère des autres protubérances par le fait que ses branches élastiques ne présentent pas une creusure et une saillie, comme dans tous les cas précédents, mais deux creusures 2. La suite entière des protubérances de la plaque T peut se chiffrer par 022220 comme l'indique la fig. 13. Cette plaque auxiliaire est donc, seule, symétrique et les assemblages suivants sont possibles : AT, BT, CT, DT, AB, CD et donc aussi tout assemblage de deux plaques A, B, C et D deux à deux avec la plaque T.

La plaque représentée à la fig. 14, désignée par A, appartient à un ensemble de plaques identiques. Elle est constituée par un triangle équilatéral dont les trois côtés présentent des suites de protubérances à vingt-six positions marquées par des points 5, ces suites étant représentées symboliquement par trois flèches S₁, S₂ et S₃, les protubérances de ces trois suites, représentées de façon stylisée, étant désignées par A₁, A₂ et A₃, respectivement. Le point milieu de ces trois suites est marqué par un axe 4 pour chacune d'elles. La plaque A est percée de trois trous 6, 7 et 8, de formes différentes, permettant d'identifier les suites, quelle que soit la face de la plaque qui est observée.

La plaque A est destinée à être utilisée soit dans la position représentée à la fig. 14, soit retournée sur elle-même, recto-verso.

Les trois demi-suites des suites S₁, S₂ et S₃ de protubérances sont représentées schématiquement à la fig. 15 et sont exprimées, comme précédemment, par des chiffres, à savoir 272 pour la première demi-suite de S₁, 119 pour la seconde, 0370 pour la première demi-suite de S₂, 713 pour la seconde, 614 pour la première demi-suite de S₃ et 551 pour la seconde.

Un ensemble de plaques triangulaires A comme celle représentée à la fig. 14 peut être utilisé pour réaliser une pyramide à base carrée telle celle représentée à la fig. 16 ou celle de la fig. 18.

Dans le cas de la fig. 16, les quatre plaques triangulaires A formant la pyramide, dont la base n'est pas concrétisée mais qui pourrait l'être par une plaque carrée, ont toutes une même face tournée vers l'extérieur ou vers l'intérieur, c'est-à-dire qu'aucune n'est retournée recto-verso. De plus, elles sont toutes orientées de la même manière, le côté de chaque plaque formant la base étant constitué par la suite S₃.

Dans le cas de la pyramide de la fig. 18, au contraire, les plaques A sont bien utilisées toutes tournées de la même manière mais dans des orientations différentes. C'est ainsi que l'arête de base de la pyramide est formée par la suite S₃ pour ce qui est de la plaque antérieure, désignée par A', par S₃ également pour ce qui est de la plaque de gauche à la fig. 19, désignée par A'', par S₁ pour la plaque postérieure, désignée par A''', et par S₂ pour la plaque de droite à la fig. 19, désignée par A''''.

On pourra, toujours à l'aide de plaques identiques à la plaque A de la fig. 14, réaliser non seulement des pyramides du genre de celles des figs. 16 ou 18, mais encore des pyramides à couches multiples, telle celle des figs. 20 et 21 dans lesquelles le trou central 9 des plaques n'a pas été représenté.

La fig. 21 est particulièrement représentative de la façon dont est formée la pyramide de la fig. 20 .
 5 Cette pyramide est constituée par des couches successives dont la première, à partir du sommet, est constituée par une pyramide telle la pyramide de la fig. 18, la troisième par quatre pyramides identiques, juxtaposées, et la cinquième par neuf pyramides identiques, juxtaposées.

Quant aux couches paires, elles sont constituées par des pyramides identiques mais retournées, une pour la deuxième couche et quatre pour la quatrième couche, et, en outre, par des plaques triangulaires A
 10 supplémentaires, formant volets de fermeture.

Le nombre des couches, toujours impair, pourra être supérieur à cinq, cas de l'exemple décrit et représenté.

On réalise ainsi une pyramide cloisonnée intérieurement qui pourra, si les plaques triangulaires A sont munies de motifs, constituer un puzzle tridimensionnel. De même, si les plaques A sont percées d'un trou central tel le trou désigné par 9 à la fig. 14, représenté également aux figs. 16 à 19, les plaques A pourront
 15 servir à la réalisation de solides cloisonnés permettant un jeu consistant à faire passer des pièces à travers les trous des cloisons intérieures du solide ou à fixer une pièce portant un motif particulier, par exemple un caractère, un chiffre ou une lettre (amovible dans ce cas-là, mais qui pourrait aussi être imprimé directement sur la plaque).

On pourra réaliser des pyramides analogues à celle représentée aux figs. 16 et 18, telle la pyramide des figs. 22 et 23, en utilisant des plaques A et B de deux types différents, en forme de triangles équilatéraux. Les plaques des deux types présenteront, sur leurs trois côtés, des suites de protubérances identiques, mais différentes pour chacun desdits deux types.

Il est à remarquer que des tétraèdres multi-couches peuvent être réalisés de la même manière que les
 25 pyramides, pour autant qu'ils soient coupés selon des plans dont l'angle est choisi pour que l'on se retrouve dans les mêmes conditions que celles de la pyramide.

D'une façon générale, des dallages à deux dimensions, plans ou en relief, polyèdres également, peuvent être construits avec des polygones munis d'une seule suite A, ou d'une seule suite B. Ces dallages réalisent des engrènements de type AC ou respectivement BD, c'est-à-dire entre une suite A et la même
 30 suite A retournée, à savoir C, puisque les côtés opposés d'un polygone s'ils se font face sont retournés.

Bien entendu, un dallage de type AC peut être lié sur un pourtour ouvert ou fermé, par ses articulations, à un dallage de type BD. Ceci implique que des structures cloisonnées peuvent être réalisées en faisant
 35 alterner les couches AC et BD. Une pyramide peut par exemple être ainsi réalisée à partir de deux types de triangles présentant, sur leurs pourtours respectifs, l'un et l'autre trois suites identiques mais différentes pour chacun de ces deux triangles.

Des suites différentes sur le pourtour du même polygone ont déjà été considérées (fig. 14) mais apparaîtront aussi plus loin (fig. 24).

Lors de la répartition de suites différentes le long du pourtour d'un polygone, il est possible de faire des choix aboutissant à une réduction du nombre des positions nécessaires, notamment lorsque ces polygones
 40 servent à l'édification de structures cloisonnées. En particulier, comme indiqué plus haut, une solution intéressante se construit avec vingt-six positions (voir figs. 14 à 21); dans ce cas toutes les articulations deux à deux ne sont pas nécessaires, puisqu'elles n'apparaissent pas lors de l'édification de la construction.

D'une façon générale, si le nombre des positions de vingt-six pour une plaque triangulaire est
 45 commode, en particulier pour le montage de pyramides cloisonnées, ce nombre pourrait être différent, se situant entre dix-huit et trente-huit, selon qu'on se contente d'un nombre minimum de deux bords liés, ou au contraire que l'on exige que tous les bords soient liés deux à deux, avec ou sans retournement de plaques.

La plaque représentée à la fig. 24, désignée par A, appartient à un ensemble de plaques identiques.
 50 Elle est constituée par un carré dont les quatre côtés présentent des suites S_1 et S_2 de protubérances, à dix-huit positions. Ces protubérances, représentées schématiquement, sont désignées par A_1 et A_2 selon la suite à laquelle elles appartiennent. Les suites de deux côtés opposés, représentées symboliquement par des flèches S_1 et S_2 , sont identiques à celles des plaques A et B de la fig. 1. Elles sont symétriques par rapport aux axes du carré indiqués en 4. En utilisant la même notation que précédemment où le nombre
 55 des positions des espaces libres séparant les protubérances est chiffré, on constate que la demi-suite de gauche de la suite S_1 s'exprime par 0240, la demi-suite de droite par 151, la demi-suite de gauche de la suite S_2 par 412 et la demi-suite de droite par 322.

A l'aide de six de ces plaques A, il est possible de réaliser un cube tel celui représenté aux figs. 25 et 26.

On peut répéter l'assemblage de ces plaques A de manière à former un réseau cloisonné de cellules cubiques, comme représenté à la fig. 27.

5 Dans tous les cas décrits et représentés ci-dessus, les protubérances d'accrochage ou d'engrènement des plaques sont fendues longitudinalement de manière à former deux branches élastiques. Dans les formes d'exécution qui suivent, ces protubérances sont différentes et ne sont pas fendues. Elles présentent un pourtour symétrique par rapport à leur axe longitudinal. Leur extrémité est évasée et leur base rétrécie. Les plaques sont réalisées en une matière déformable élastiquement, de sorte que, par déformation de la
10 matière, l'interengagemment des protubérances les unes avec les autres peut s'effectuer. C'est ainsi qu'à la fig. 28 ont été représentées deux plaques A et B présentant, respectivement, des protubérances A et B.

Cette disposition présente l'avantage, par rapport à celle des exemples précédemment décrits et représentés, de permettre la réalisation de suites jointives et de permettre, par conséquent, de réduire le nombre des positions nécessaires, ainsi que la largeur totale occupée par deux suites.

15 Physiquement, les deux plaques A et B sont identiques, mais représentées au dessin retournées recto-verso l'une par rapport à l'autre. Elles sont donc symétriques l'une par rapport à l'autre. A chaque position, le bord rectiligne des plaques présentant les protubérances présente de légères saillies semi-cylindriques, désignées par 1A pour la plaque A et par 1B pour la plaque B. Quant aux protubérances A et B, elles présentent, sur leur face frontale, chacune une creusure 1A pour les protubérances A et 1B pour les
20 protubérances B, les saillies 1A et 1B s'engageant dans les creusures 1B et 1A, respectivement, ce qui améliore la rigidité de l'assemblage. De plus, quand plus de deux plaques sont assemblées les unes aux autres, comme le montre par exemple la fig. 30, ces saillies 1A et 1B assurent le centrage de la plaque intermédiaire C.

Dans ces différentes exécutions, les plaques peuvent s'engrèner en formant entre elles des angles
25 différents de 90°. C'est le cas, par exemple, lorsque les plaques constituent les faces d'une pyramide régulière ou d'un tétraèdre régulier où elles formeront alors entre elles des angles de 109,47° et 70,53°, respectivement. Il importe, à cet effet, que les protubérances soient plus longues que larges, leur largeur étant égale à l'épaisseur de la plaque, d'environ 40%, pour tenir compte de l'angle. Le profil de la fig. 29 permet à la fois de centrer des plaques perpendiculaires l'une à l'autre et de les incliner l'une par rapport à
30 l'autre.

Il est à remarquer que des chanfreins 1 (figs. 31 et 32) ont été ménagés sur les plaques afin de faciliter leur interengagemment.

La figure 33 indique les suites de protubérances possibles pour seize positions permettant l'engrènement de quatre plaques deux à deux, les protubérances ayant la forme de celles des figs. 28 à 32.

35 L'analyse des couples mécaniques donne les résultats suivants :

40

45

50

55

Cas 1 (16)

ABDBCDAC	ACBADBDC
----------	----------

Ecart maximum 20f, couple moyen 9.3 f, couple minimum 2f

Cas 2 (16)

ACBDBADC	ABCDBDAC
----------	----------

Ecart maximum 14f, couple moyen 9.3 f, couple minimum 4f

Cas 3 (16)

ABCDBDAC	ACBDBADC
----------	----------

Ecart maximum 12f, couple moyen 9.3 f, couple minimum 2f

Cas 4 (16)

ACBADBDC	ABDBCDAC
----------	----------

Ecart maximum 8f, couple moyen 9.3 f, couple minimum 6f

Cas 5 (16)

ADBACBDC	ABDACDBC
----------	----------

Ecart maximum 10f, couple moyen 9.3 f, couple minimum 6f

On voit que c'est le cas 4 qui est le plus favorable du point de vue mécanique puisque c'est celui dont l'écart entre les couples extrêmes est le plus faible (8f) et celui pour lequel le couple minimum est le plus élevé (6f). Cependant, le cas 5 est presque aussi favorable, la seule différence résidant dans l'écart maximum qui est de 10f au lieu de 8f.

La fig. 34 illustre une plaque carrée A dont les quatre côtés sont à seize positions chacun, les protubérances, désignées par A, étant représentées schématiquement alors qu'elles correspondent, quant à leur forme, à celles des figs. 28 à 32. Les quatre suites de ce carré à seize positions sont asymétriques.

Au contraire, dans le cas de la plaque carrée A de la fig. 35, dont les côtés sont à quinze positions chacun, les suites que constituent ces quinze positions sont, pour deux d'entre elles qui se font face, symétriques par rapport à l'axe a_1 du carré alors que les deux autres, qui se font face, sont asymétriques par rapport à l'axe a_2 du carré. En revanche, les deux suites asymétriques par rapport à l'axe a_2 sont identiques si l'on considère la plaque vue recto et verso.

En variante, on pourrait prévoir le cas où les deux suites symétriques seraient à seize positions, moyennant que la protubérance centrale du bord supérieur de la plaque de la fig. 35 soit de largeur double et occupe alors deux positions, à savoir les positions "8" et "9".

La fig. 36 est une représentation schématique des suites de protubérances et d'intervalles des quatre bords d'assemblage de quatre plaques aptes à être engrenées deux à deux, toutes quatre étant identiques à celle de la fig. 35. Les suites des deux premières lignes de la fig. 36 sont symétriques alors que celles des deux lignes suivantes sont dissymétriques par rapport au milieu du côté, ces deux suites dissymétri-

ques étant les mêmes, les plaques étant observées recto et verso, respectivement.



L'analyse montre que la répartition des couples mécaniques est bien plus homogène que pour des suites qui seraient toutes symétriques.

Il est à noter que cette configuration est assez favorable du point de vue du couple mécanique, en effet

10

	AB	0.5f + 5.5f	= 6f	
	AC	4.5f + 4.5f	= 9f	
15	AD	0.5f + 5.5f	= 6f	8f ± 2f
	BC	3.5f + 6.5f	= 10f	
	BD	1.5f + 2.5f + 2.5f + 1.5f	= 9f	
	CD	6.5f + 3.5f	= 10f	

20

L'écart maximum est de 4f, le couple moyen de 8.3f et le couple minimum de 6f.

Il est à remarquer qu'un assemblage de suites symétriques uniquement donne une piètre répartition des couples mécaniques. Ainsi :

25



30

	AB	6.5f + 6.5f	= 13f	
	AC	0.5f + 0.5f	= 1f	
	AD	0.5f + 0.5f	= 1f	
	BC	2.5f + 2.5f	= 5f	
35	BD	3.5f + 3.5f	= 7f	
	CD	1.5f + 4.5f + 4.5f + 1.5f	= 12f	

L'écart maximum est de 12f, le couple moyen de 8.3f et le couple minimum de 1f.

40

Des structures telles que l'une ou l'autre de celles décrites ci-dessus pourront être utilisées non seulement pour des jeux tels que des puzzles tridimensionnels, mais pour la réalisation de maquettes ou de panneaux préfabriqués, utilisés en particulier en architecture, ou même de constructions plus importantes telles que des stands d'exposition par exemple.

45

Il est à remarquer que la présente invention pourra s'appliquer à des éléments dont la longueur du bord rectiligne d'assemblage sera supérieure à celle d'une suite de protubérances et d'intervalles. En d'autres termes, la longueur des suites est indépendante de la longueur de leurs supports.

50

Dans le cas d'éléments dont le bord rectiligne portant les protubérances d'assemblage est plus long que la longueur d'une suite, on peut soit prévoir un axe de symétrie au milieu de ce long bord avec, de part et d'autre, une répétition de demi-suites, soit au contraire prévoir une répétition de suites complètes, cette seconde possibilité présentant l'avantage de permettre de tronçonner le support des suites en un point quelconque de sa longueur.

55

Les supports de protubérances de grande longueur pourront être soit des plaques rigides soit des éléments souples, en textile par exemple, qui devront posséder, localement, assez de rigidité pour que les conditions d'engrènement des protubérances restent satisfaites; On pourra, grâce à la présente disposition, effectuer le retournement de pièces de tissus les unes par rapport aux autres, que ce soit dans le domaine de l'habillement, de l'ameublement ou autre.

L'assemblage de tels éléments pourra s'effectuer à l'aide de curseurs à l'instar des fermetures à coulisse du type dit "Fermeture Eclair" (Marque déposée).

Revendications

- 5 1. Ensemble d'éléments présentant chacun au moins un bord rectiligne le long duquel lesdits éléments sont assemblés les uns aux autres, à l'aide de protubérances que présentent lesdits bords rectilignes, lesquelles protubérances s'accrochent les unes aux autres, caractérisé par le fait que lesdites protubérances sont toutes de même largeur, laquelle largeur constitue l'unité de mesure des espaces libres ou intervalles séparant lesdites protubérances le long desdits bords rectilignes, ces derniers présentant des suites d'intervalles et de protubérances qui sont dissymétriques par rapport au milieu du côté.
- 10 2. Ensemble d'éléments suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que, dans lesdites suites, les protubérances et intervalles sont distribués, le long des côtés rectilignes des éléments, de telle manière que tous les éléments soient aptes à être assemblés deux par deux.
- 15 3. Ensemble d'éléments suivant la revendication 2, dont les éléments sont au nombre de quatre, caractérisé par le fait que leurs côtés rectilignes comprennent deux suites, l'une de quatre protubérances et l'autre de cinq, ces deux suites constituant quatre demi-suites dans lesquelles les protubérances sont séparées par au moins deux intervalles d'une unité, par au moins deux intervalles de deux unités, par au moins un intervalle de quatre unités et par au moins un intervalle de trois ou de cinq unités.
- 20 4. Ensemble d'éléments suivant la revendication 1, dont les éléments sont au nombre de quatre, caractérisé par le fait que leurs côtés rectilignes comprennent deux suites, l'une de deux protubérances et l'autre de trois, ces protubérances étant séparées par deux intervalles d'une unité, par deux intervalles de deux unités et par trois intervalles de trois unités, lesdits éléments étant tous aptes à être assemblés trois par trois.
- 25 5. Ensemble d'éléments suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdites protubérances sont constituées chacune par une languette fendue longitudinalement de manière à former deux branches élastiques, l'une desdites branches présentant, latéralement, une saillie et l'autre une creusure correspondante, la saillie d'une protubérance étant destinée à s'engager dans la creusure de la protubérance d'un autre élément avec laquelle elle coopère, de telle manière que les éléments soient assemblés à charnière, c'est-à-dire articulés les uns aux autres, autour d'un axe passant par l'ensemble des saillies et des creusures des protubérances accrochées les unes aux autres.
- 30 6. Ensemble d'éléments suivant la revendication 5, caractérisé par le fait que leurs côtés rectilignes comprennent deux suites de dix-huit unités divisées chacune en deux demi-suites, l'une des demi-suites de la première suite comprenant deux protubérances d'extrémité et une protubérance intermédiaire située à un intervalle de deux unités de l'une des protubérances d'extrémité et à un intervalle de quatre unités de l'autre protubérance d'extrémité, la seconde demi-suite comprenant deux protubérances situées chacune à une distance d'une unité de l'une des extrémités de la demi-suite et qui sont séparées l'une de l'autre par un intervalle de cinq unités, l'une des demi-suites de la seconde suite comprenant deux protubérances dont l'une est située à une distance de quatre unités de l'une des extrémités de la demi-suite et l'autre à une distance de deux unités de l'extrémité opposée, ces deux protubérances étant séparées par un intervalle d'une unité, la seconde demi-suite comprenant deux protubérances dont l'une est située à une distance de trois unités de l'une des extrémités de la demi-suite et l'autre à une distance de deux unités de l'extrémité opposée, ces deux protubérances étant séparées par un intervalle de deux unités.
- 35 7. Ensemble d'éléments suivant la revendication 5, dont les éléments sont au nombre de quatre, caractérisé par le fait que leurs côtés rectilignes comprennent deux suites de dix unités, divisées chacune en deux demi-suites, l'une des demi-suites de la première suite comprenant deux protubérances d'extrémité séparées par un intervalle de trois unités, l'autre demi-suite comprenant une protubérance centrale, les deux demi-suites de la seconde suite étant identiques et comprenant chacune une protubérance située à une distance d'une unité d'une extrémité de la demi-suite et à une distance de trois unités de l'autre extrémité de la demi-suite.
- 40 8. Ensemble d'éléments suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il lui est adjoint un élément auxiliaire, portant une suite symétrique de protubérances et d'intervalles, apte à s'assembler avec
- 45
- 50
- 55

chacun des éléments de l'ensemble.

- 5 9. Ensemble d'éléments suivant la revendication 8, dont les éléments sont au nombre de quatre, caractérisé par le fait que leurs côtés rectilignes comprennent deux suites de treize unités, l'une comprenant deux protubérances situées l'une à une distance d'une unité d'une des extrémités de la suite et l'autre à une distance de quatre unités de l'autre extrémité, ces deux protubérances étant séparées par un intervalle de six unités, la deuxième suite comprenant deux protubérances dont l'une est située à une distance de deux unités d'une des extrémités de la suite et dont l'autre est située à une distance de cinq unités de l'autre extrémité, ces deux protubérances étant séparées par un intervalle de quatre unités, l'élément auxiliaire comprenant une suite de treize unités comprenant cinq protubérances, à savoir deux protubérances terminales situées aux deux extrémités de la suite, une protubérance centrale située au milieu de la suite et deux protubérances intermédiaires situées chacune à mi-distance d'une des protubérances terminales et de la protubérance centrale, les intervalles entre toutes les protubérances étant de deux unités.
- 10 10. Ensemble d'éléments suivant la revendication 9, caractérisé par le fait que la protubérance centrale de l'élément auxiliaire est symétrique et présente des moyens d'accrochage de même type --saillies ou creusures-- sur ses deux faces latérales.
- 20 11. Ensemble d'éléments suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que ces éléments sont tous identiques, formés de triangles équilatéraux, présentant, sur chacun de leurs côtés, une suite de protubérances et d'intervalles dont le nombre des unités se situe entre dix-huit et trente-huit.
- 25 12. Ensemble d'éléments suivant la revendication 11, caractérisé par le fait que lesdits éléments triangulaires présentent, sur chacun de leurs côtés, une suite de protubérances de vingt-six unités, divisée en deux demi-suites, la demi-suite d'un premier côté du triangle comprenant une protubérance située à une distance de deux unités d'une des extrémités de ladite demi-suite et une deuxième protubérance située à une distance de sept unités de la première protubérance et à une distance de deux unités de l'autre extrémité de ladite demi-suite, la seconde demi-suite du premier côté comprenant une protubérance située à une distance d'une unité de l'extrémité de ladite demi-suite et une deuxième protubérance située à une distance d'une unité de la première protubérance et à une distance de neuf unités de l'extrémité de ladite deuxième demi-suite, la première demi-suite du deuxième côté du triangle comprenant une première protubérance située à l'extrémité de ladite demi-suite, une deuxième protubérance située à une distance de trois unités de la première, et une troisième protubérance située à l'autre extrémité de la demi-suite et à une distance de sept unités de la deuxième protubérance, la deuxième demi-suite de ce deuxième côté comprenant une protubérance située à une distance de sept unités de l'extrémité de la demi-suite, et une deuxième protubérance située à une distance d'une unité de la première protubérance et à une distance de trois unités de l'autre extrémité de la demi-suite, la première demi-suite du troisième côté du triangle comprenant une première protubérance située à une distance de six unités de l'extrémité de la demi-suite et une deuxième protubérance située à une distance d'une unité de la première protubérance et à une distance de quatre unités de l'autre extrémité de la demi-suite, la deuxième demi-suite de ce troisième côté comprenant une première protubérance située à une distance de cinq unités de l'extrémité de la demi-suite et une deuxième protubérance située à une distance de cinq unités de la première protubérance et à une distance d'une unité de l'autre extrémité de la demi-suite.
- 35 13. Ensemble d'éléments suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que ces éléments sont tous identiques, formés de carrés présentant sur chacun de leurs côtés une suite de protubérances et d'intervalles dont le nombre des unités se situe entre dix et dix-huit.
- 50 14. Ensemble d'éléments suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que ces éléments sont tous identiques, formés de carrés, présentant, sur chacun de leurs côtés, une suite de protubérances de dix-huit unités divisée en deux demi-suites, la demi-suite d'un premier côté du carré comprenant deux protubérances d'extrémité et une protubérance intermédiaire située à un intervalle de deux unités de l'une des protubérances d'extrémité et à un intervalle de quatre unités de l'autre protubérance d'extrémité, la seconde demi-suite du premier côté comprenant deux protubérances situées chacune à une distance d'une unité de l'une des extrémités de la demi-suite et qui sont séparées l'une de l'autre par un intervalle de cinq unités, la première demi-suite d'un deuxième côté du carré, adjacent au
- 55

premier côté, comprenant deux protubérances dont l'une est située à une distance de quatre unités de l'une des extrémités de la demi-suite et l'autre à une distance de deux unités de l'extrémité opposée, ces deux protubérances étant séparées par un intervalle d'une unité, la deuxième demi-suite de ce deuxième côté du carré comprenant deux protubérances dont l'une est située à une distance de trois unités de l'une des extrémités de la demi-suite et l'autre à une distance de deux unités de l'extrémité opposée, ces deux protubérances étant séparées par un intervalle de deux unités, le troisième côté du carré, opposé au premier, présentant une suite de protubérances et d'espaces libres identique à et symétrique de celle du premier côté et le quatrième côté du carré présentant une suite de protubérances et d'espaces libres identique à et symétrique de celle du deuxième côté.

15. Ensemble d'éléments suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que ces éléments sont tous identiques, formés de carrés, présentant, sur chacun de leurs côtés, une même suite de protubérances de dix-huit unités, divisée en deux demi-suites, l'une de ces demi-suites comprenant deux protubérances d'extrémité et une protubérance intermédiaire située à un intervalle de deux unités de l'une des protubérances d'extrémité et à un intervalle de quatre unités de l'autre protubérance d'extrémité, l'autre demi-suite comprenant deux protubérances situées chacune à une distance d'une unité de l'une des extrémités de la demi-suite et qui sont séparées l'une de l'autre par un intervalle de cinq unités.

16. Ensemble d'éléments suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que le bord des éléments présentant les protubérances comporte plusieurs suites d'intervalles et de protubérances, qui se succèdent le long dudit bord.

17. Ensemble d'éléments suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que le bord des éléments présentant les protubérances comporte un point de symétrie de part et d'autre duquel se succèdent, le long dudit bord, des demi-suites d'intervalles et de protubérances.

18. Ensemble d'éléments suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que leurs protubérances présentent un pourtour sensiblement symétrique par rapport à leur axe longitudinal, leur tête étant évasée par rapport à leur base qui est rétrécie.

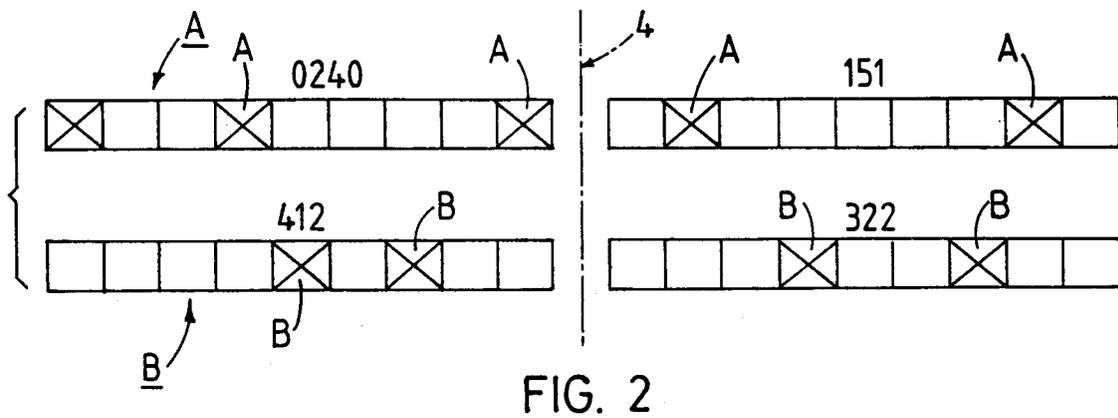
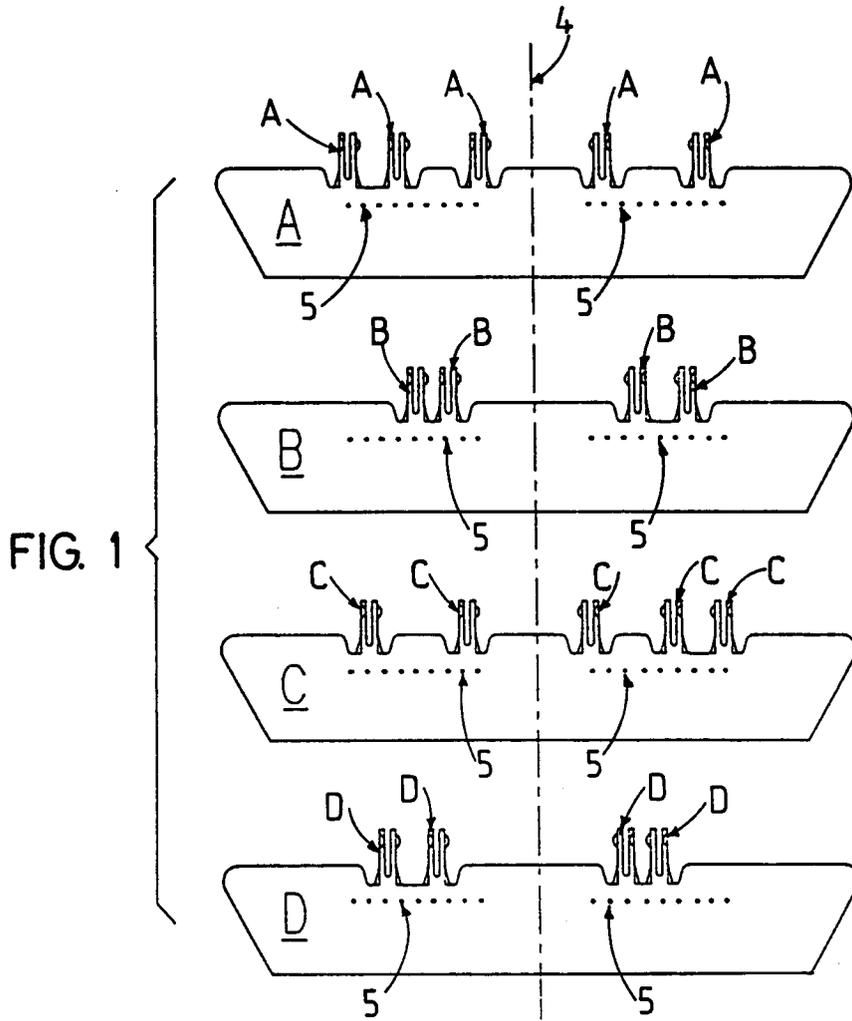
19. Ensemble d'éléments suivant la revendication 18, dont les éléments sont au nombre de quatre, caractérisé par le fait que leur côté rectiligne comprend deux suites de quatre protubérances chacune, les deux suites constituant quatre demi-suites dans lesquelles les protubérances sont séparées par au moins deux intervalles d'une unité, par au moins trois intervalles de deux unités, par au moins un intervalle de quatre unités, et par au moins un intervalle de cinq unités, ou bien encore par deux intervalles supplémentaires de quatre unités.

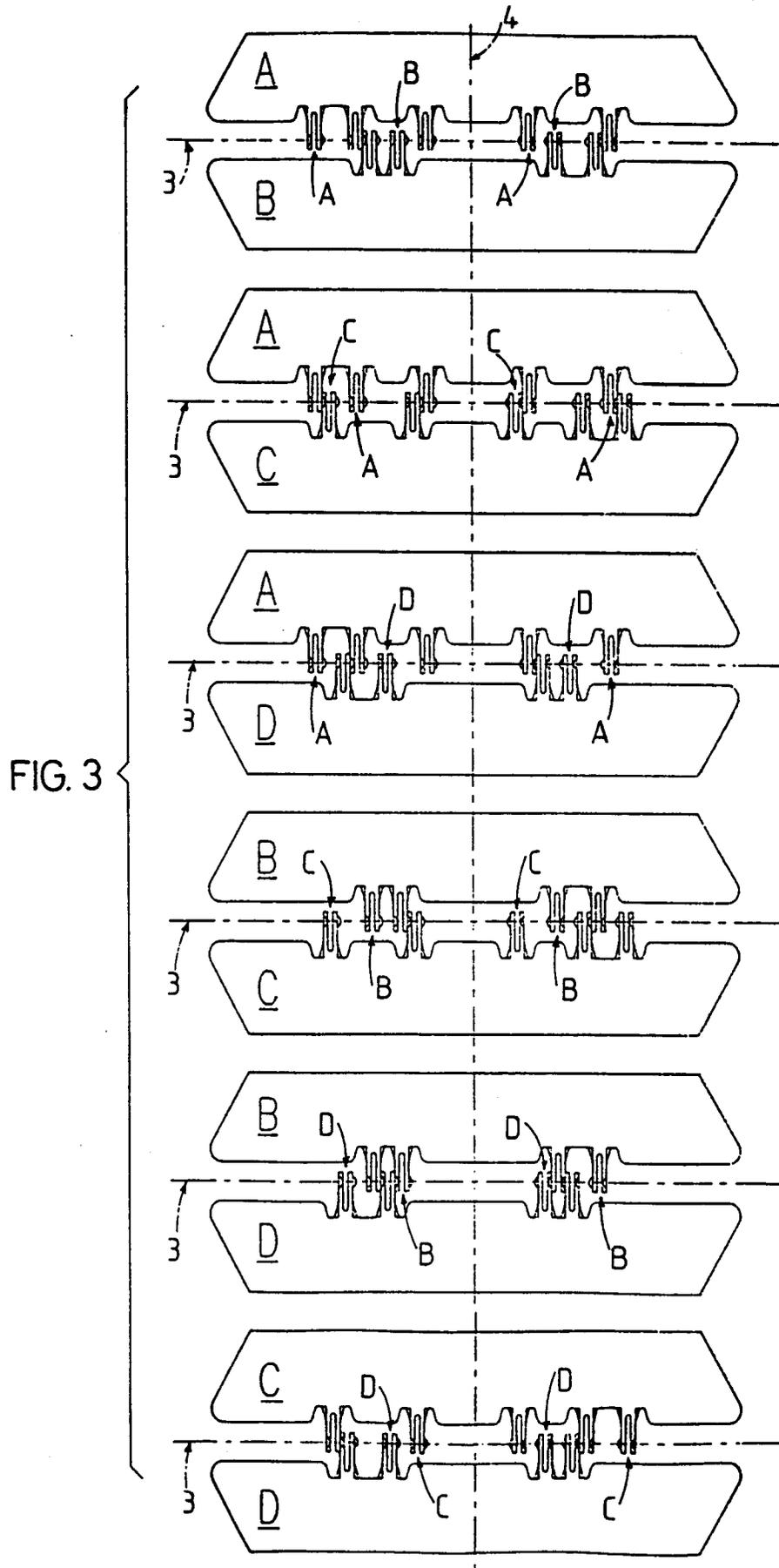
20. Ensemble d'éléments suivant la revendication 8, caractérisé par le fait que ledit élément auxiliaire est constitué par une plaque quadrangulaire dont deux des côtés, opposés, présentent une suite de protubérances symétrique par rapport à leur milieu, alors que les deux autres côtés opposés de l'élément présentent chacun une suite de protubérances dissymétrique par rapport à leur milieu.

21. Ensemble d'éléments suivant l'une quelconque des combinaisons des revendications 1 à 17 ou des revendications 1 à 18 ou 1, 18 et 19.

22. Structure réalisée à l'aide des éléments suivant l'une ou l'autre des revendications 13, 14 et 15.

23. Structure suivant la revendication 22, caractérisée par le fait qu'elle est constituée par un polyèdre.





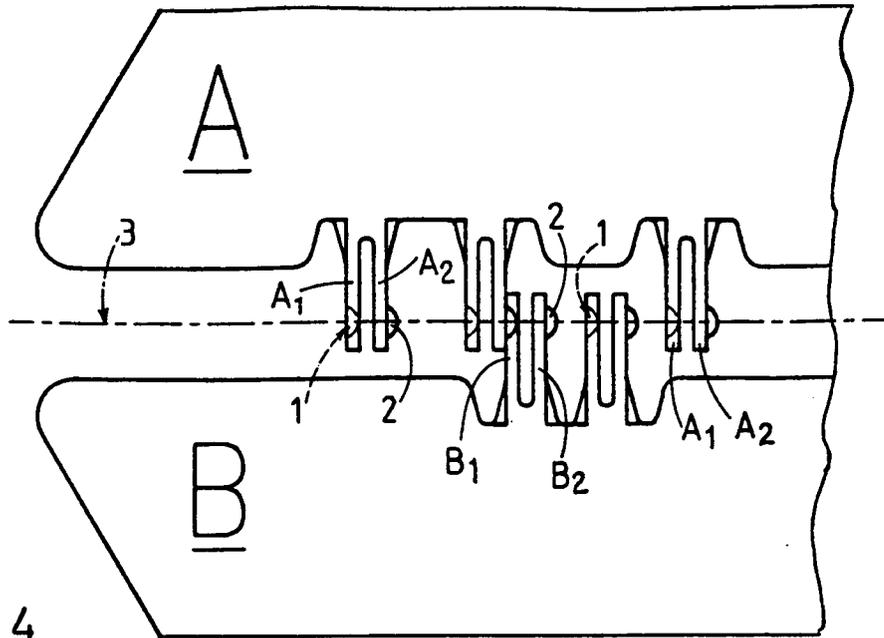


FIG. 4

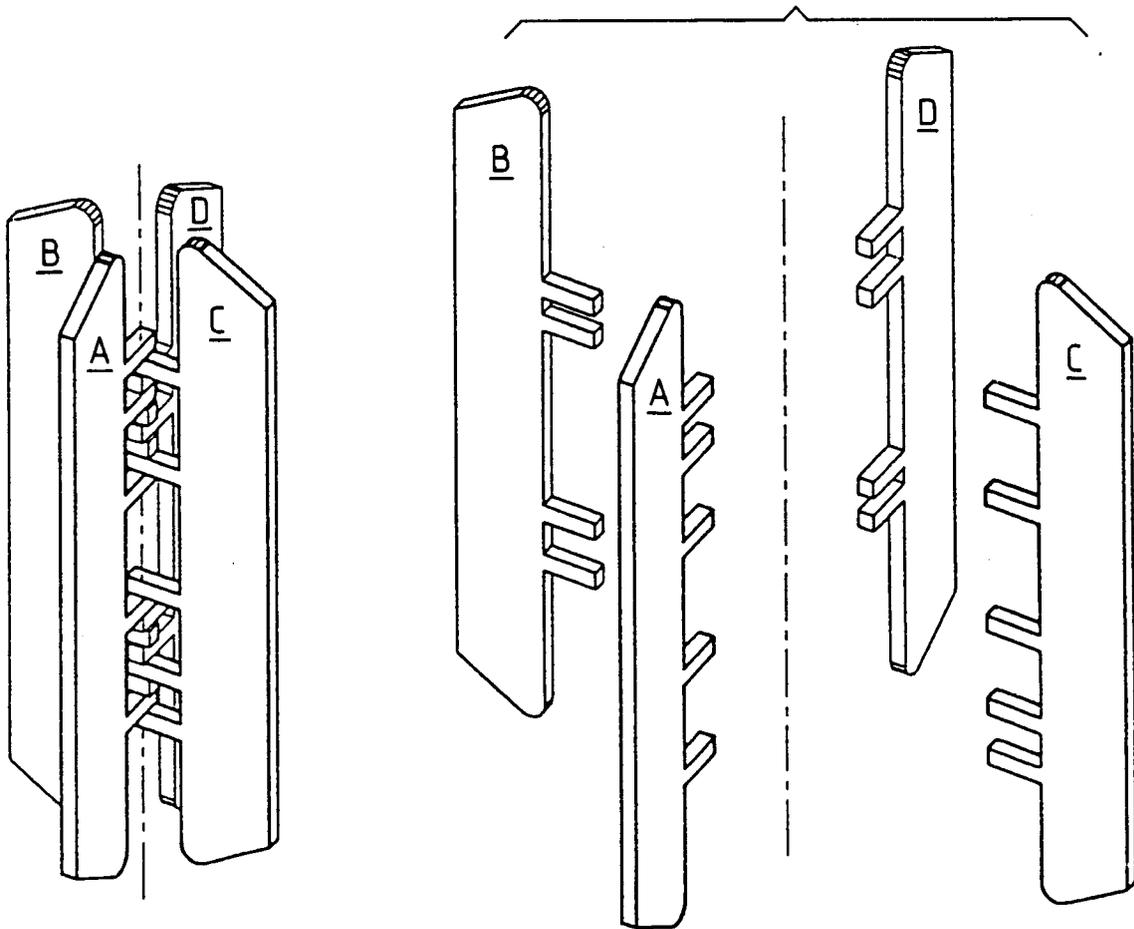


FIG. 5

FIG. 6

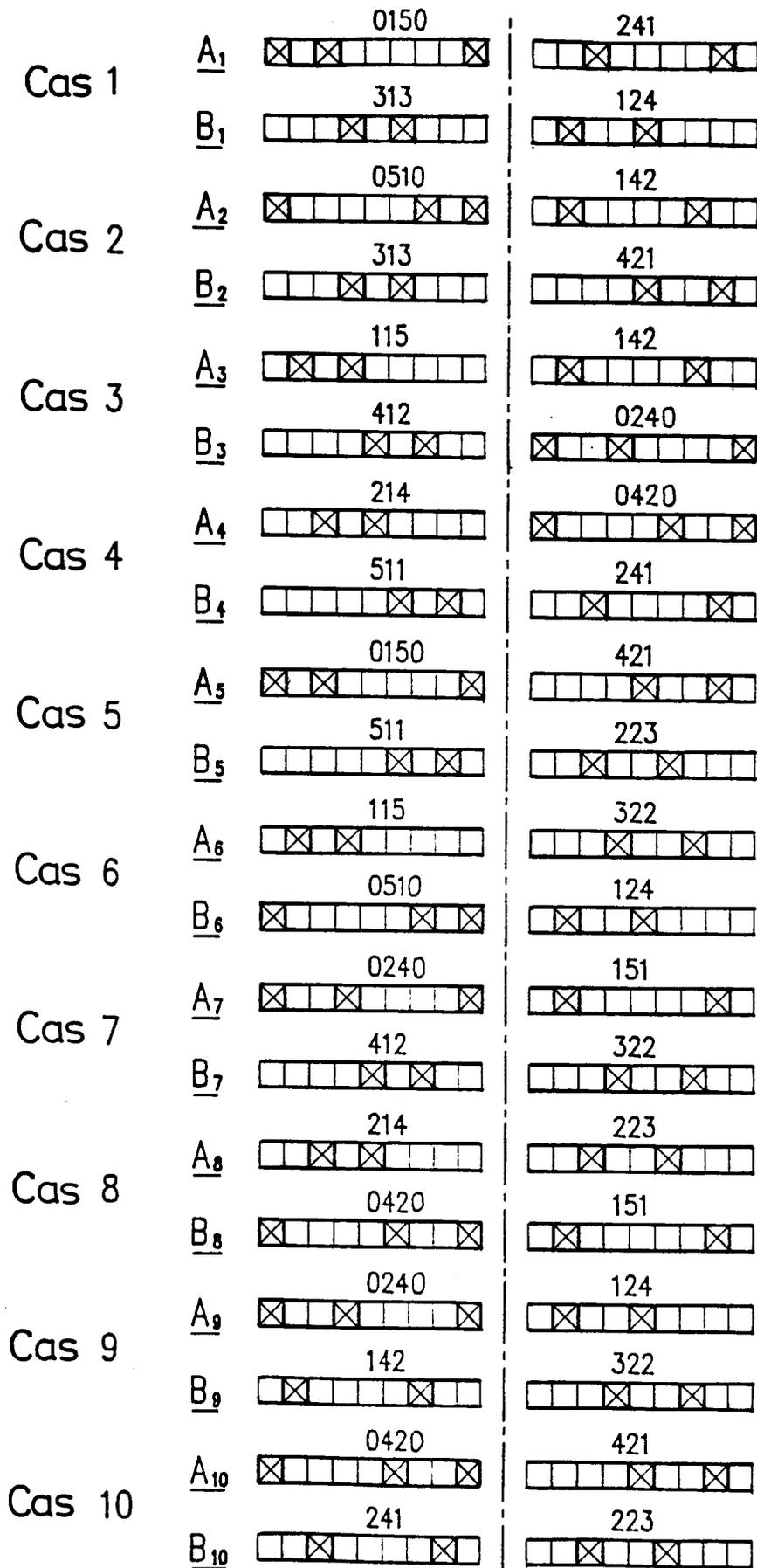
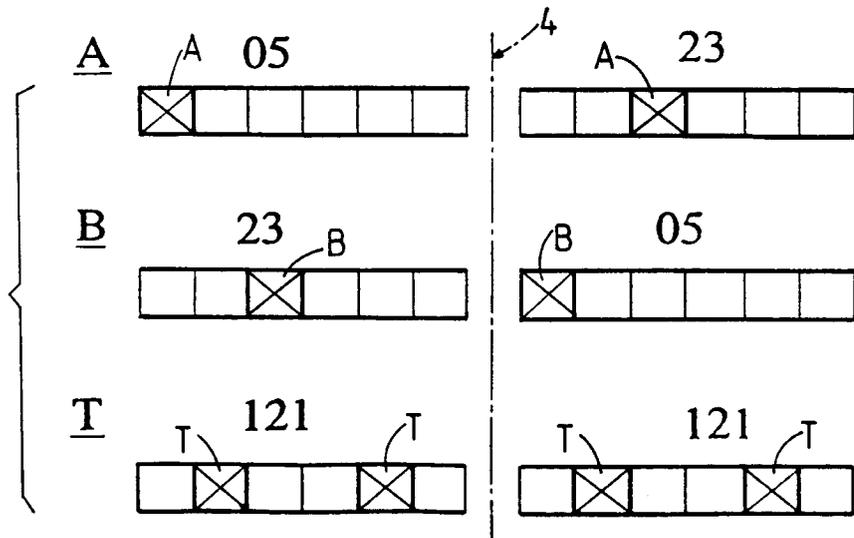
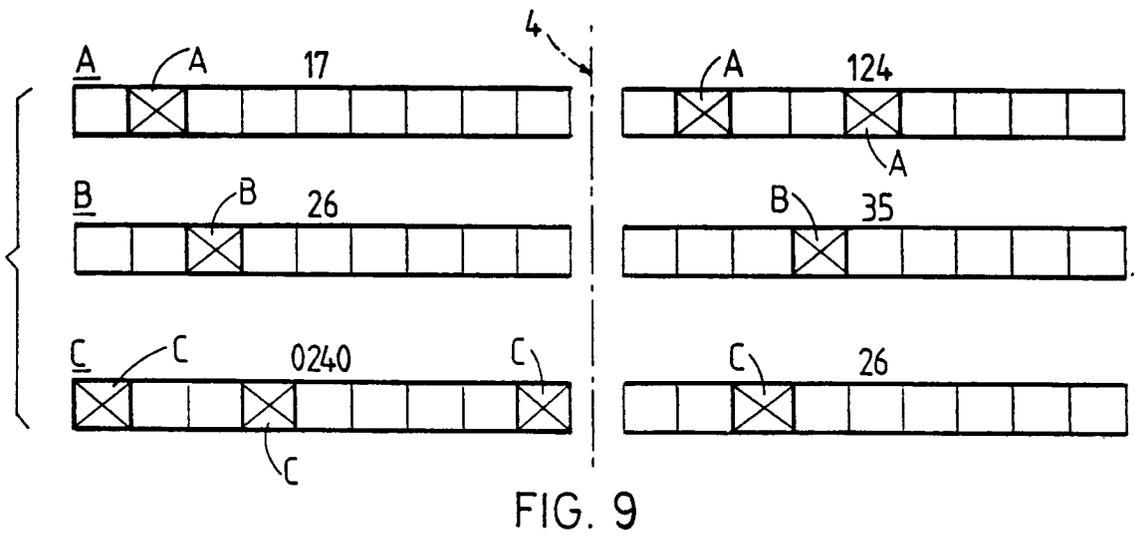
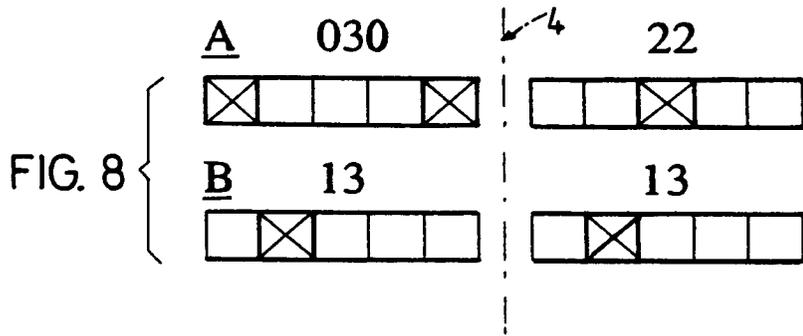


FIG. 7



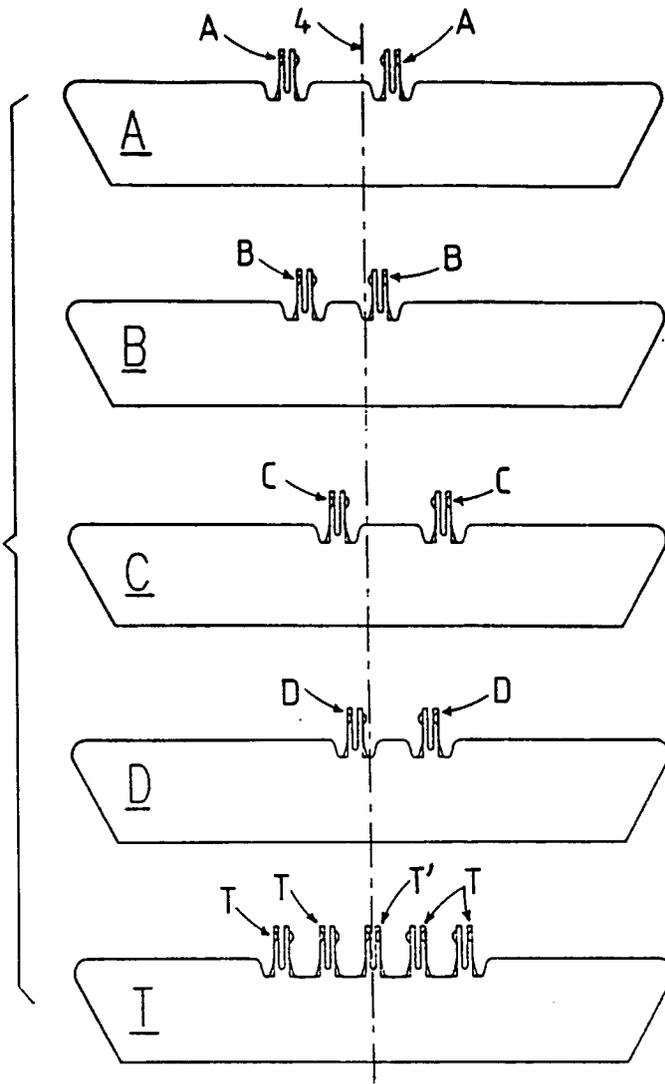


FIG. 11

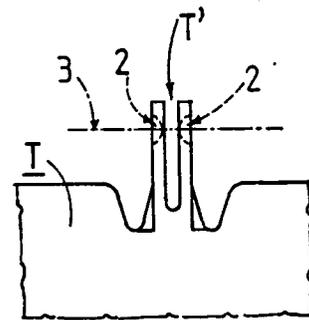


FIG. 12

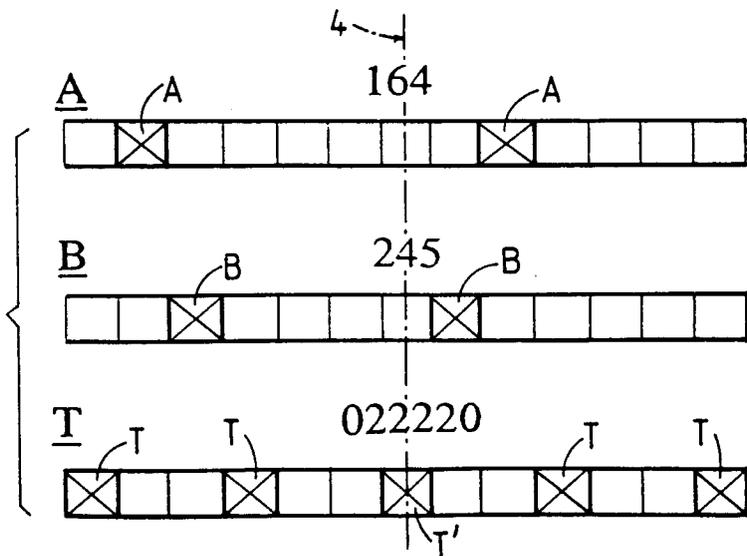


FIG. 13

FIG. 14

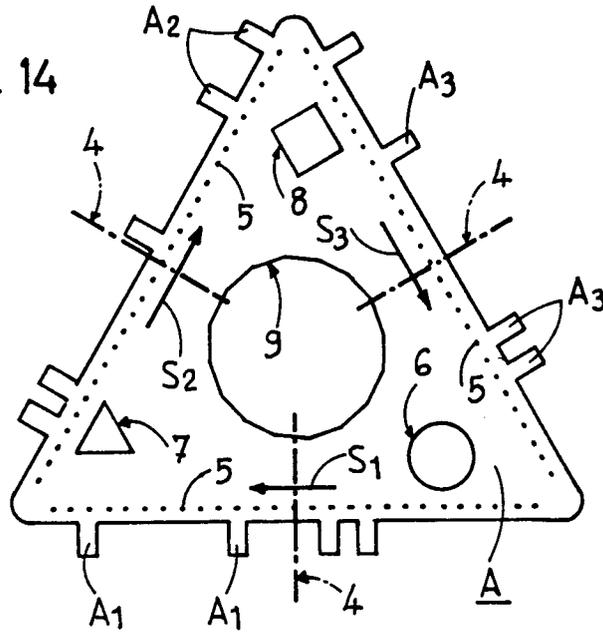


FIG. 15

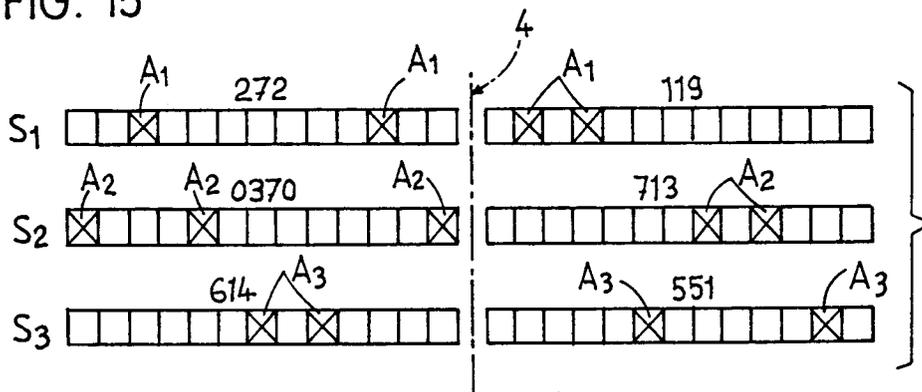


FIG. 16

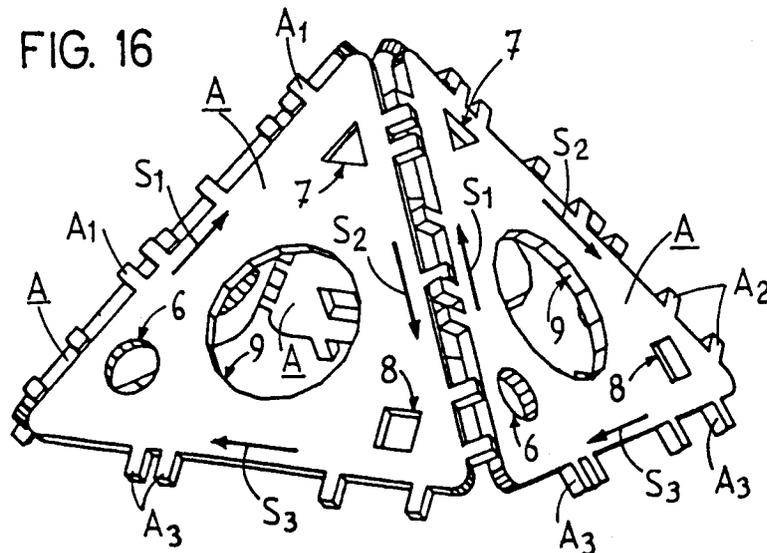


FIG. 17

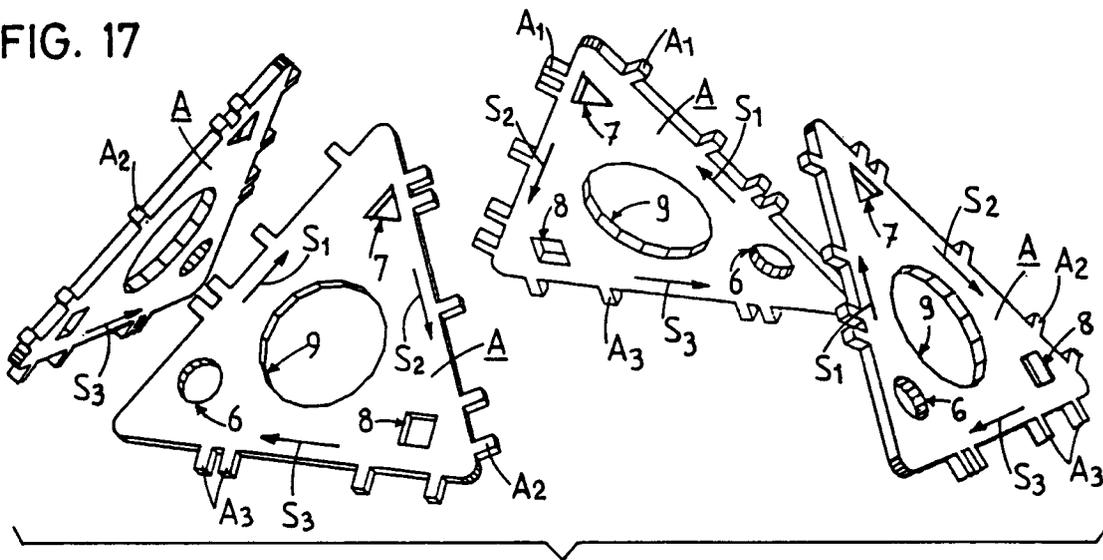


FIG. 18

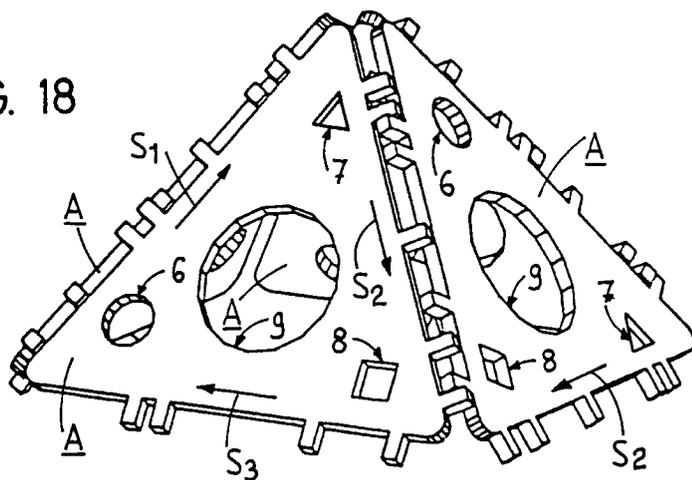


FIG. 19

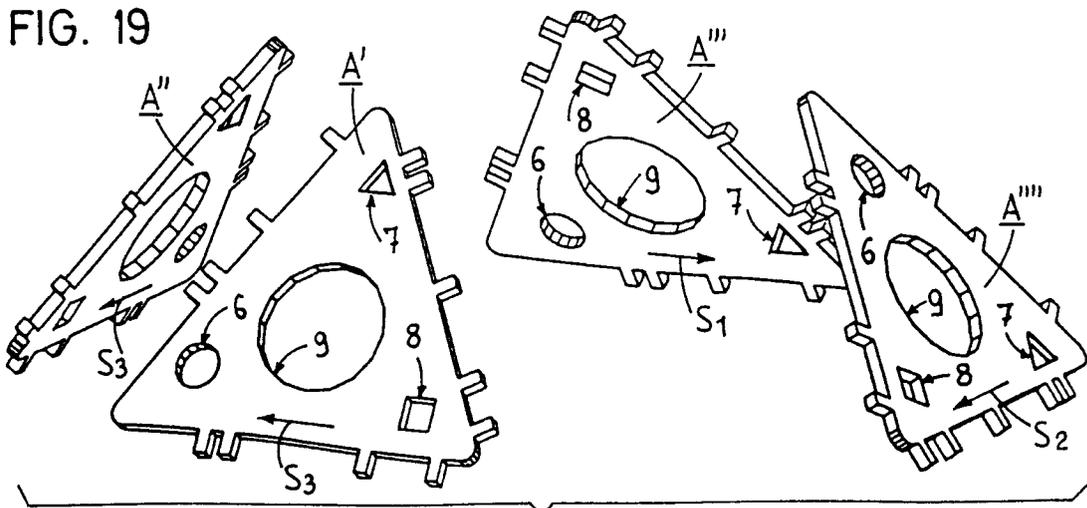


FIG. 20

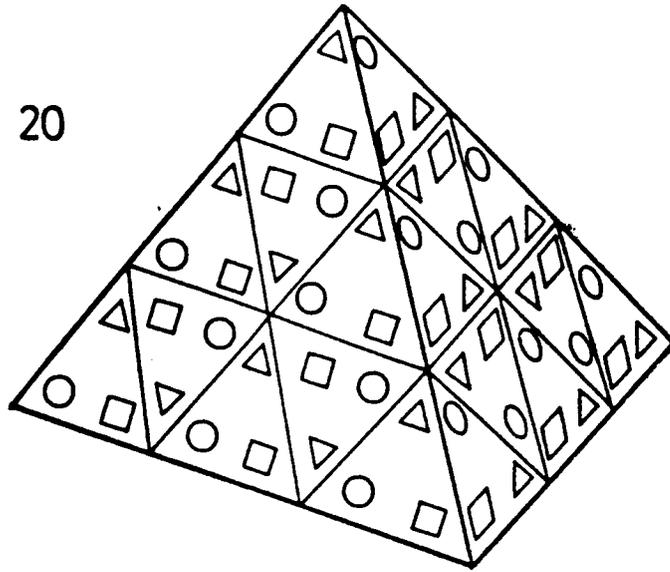


FIG. 21

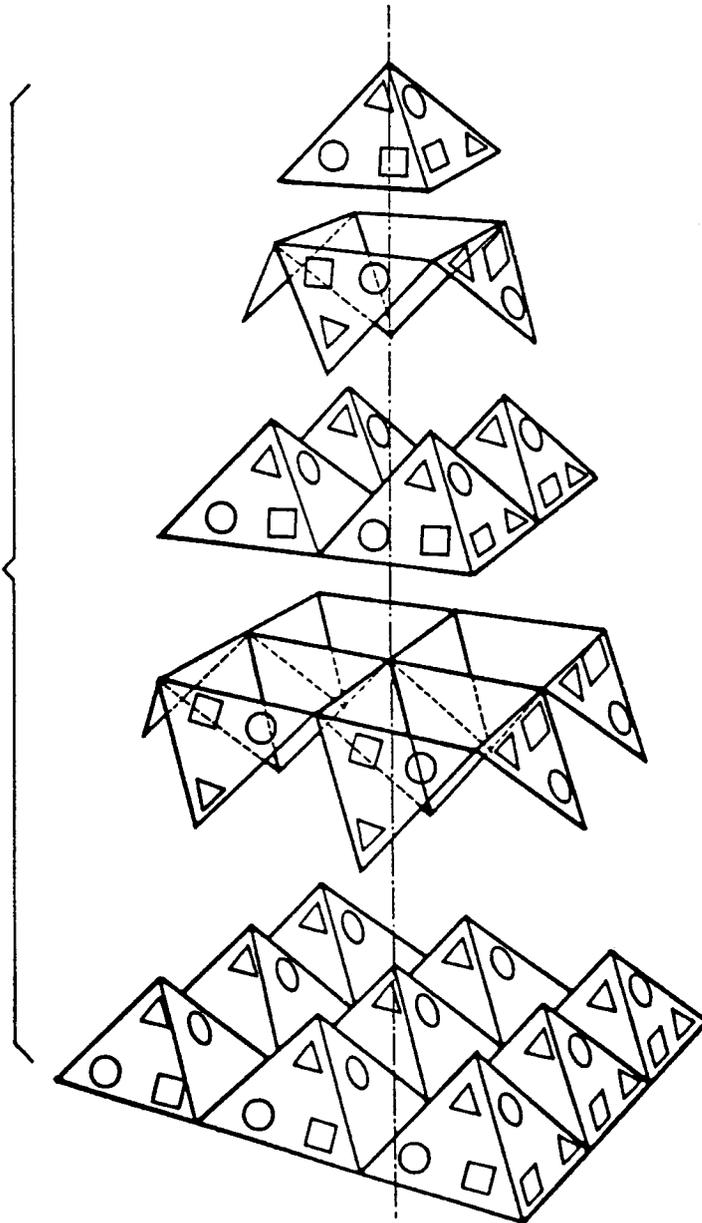


FIG. 22

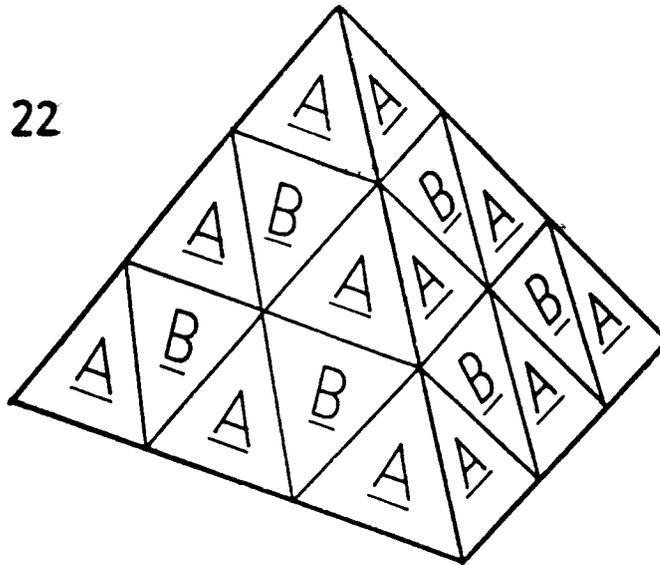
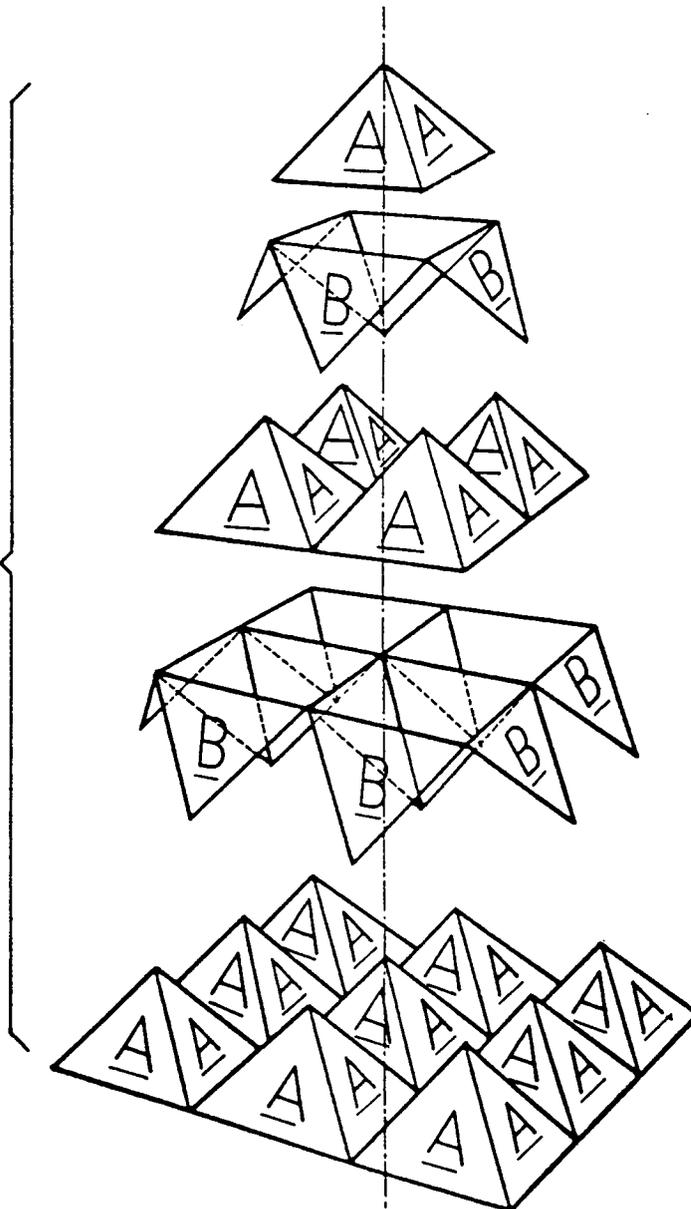


FIG. 23



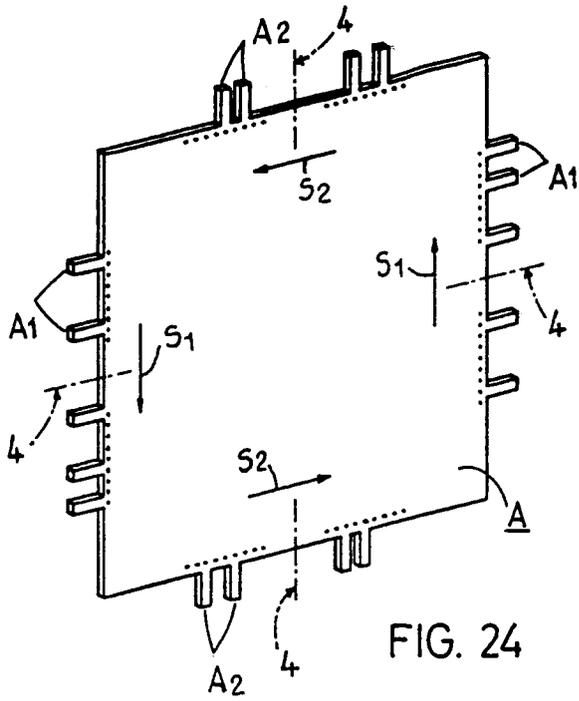


FIG. 24

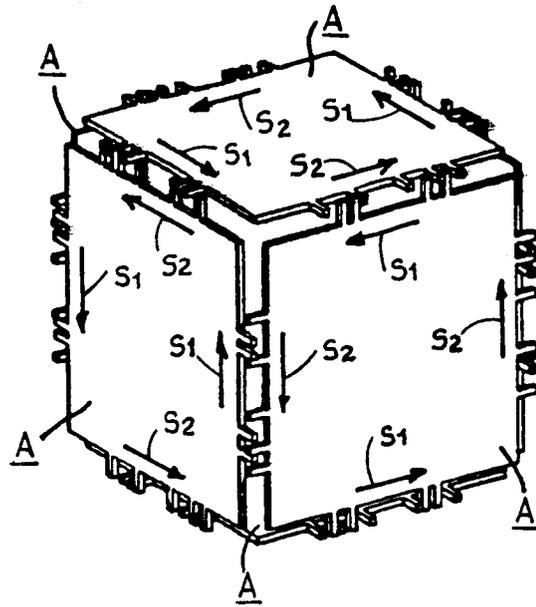


FIG. 25

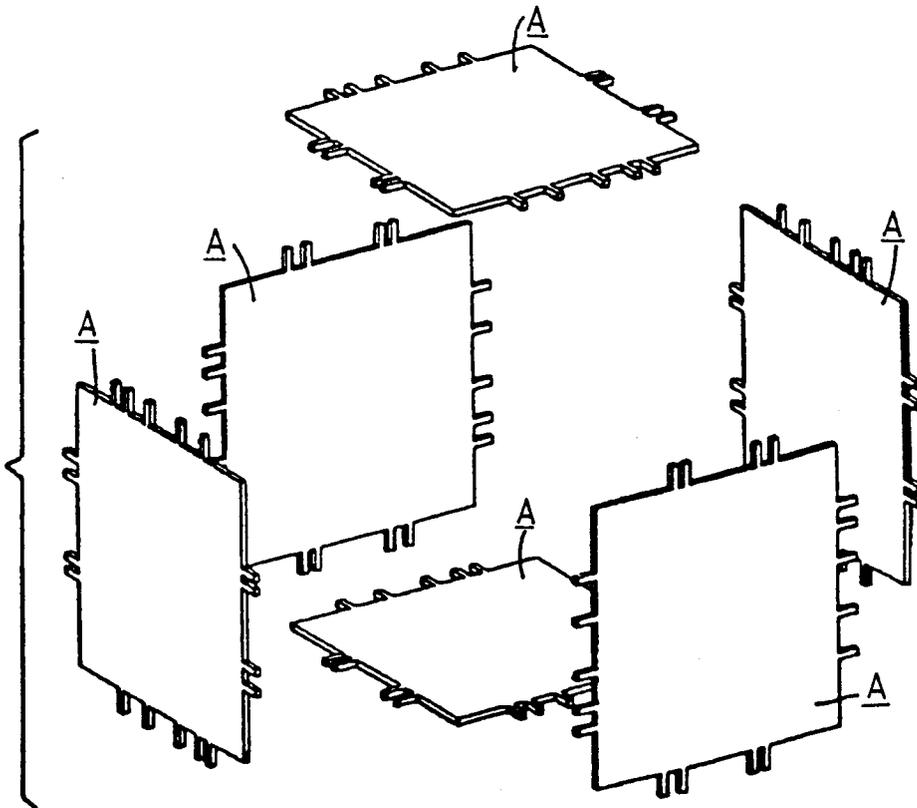


FIG. 26

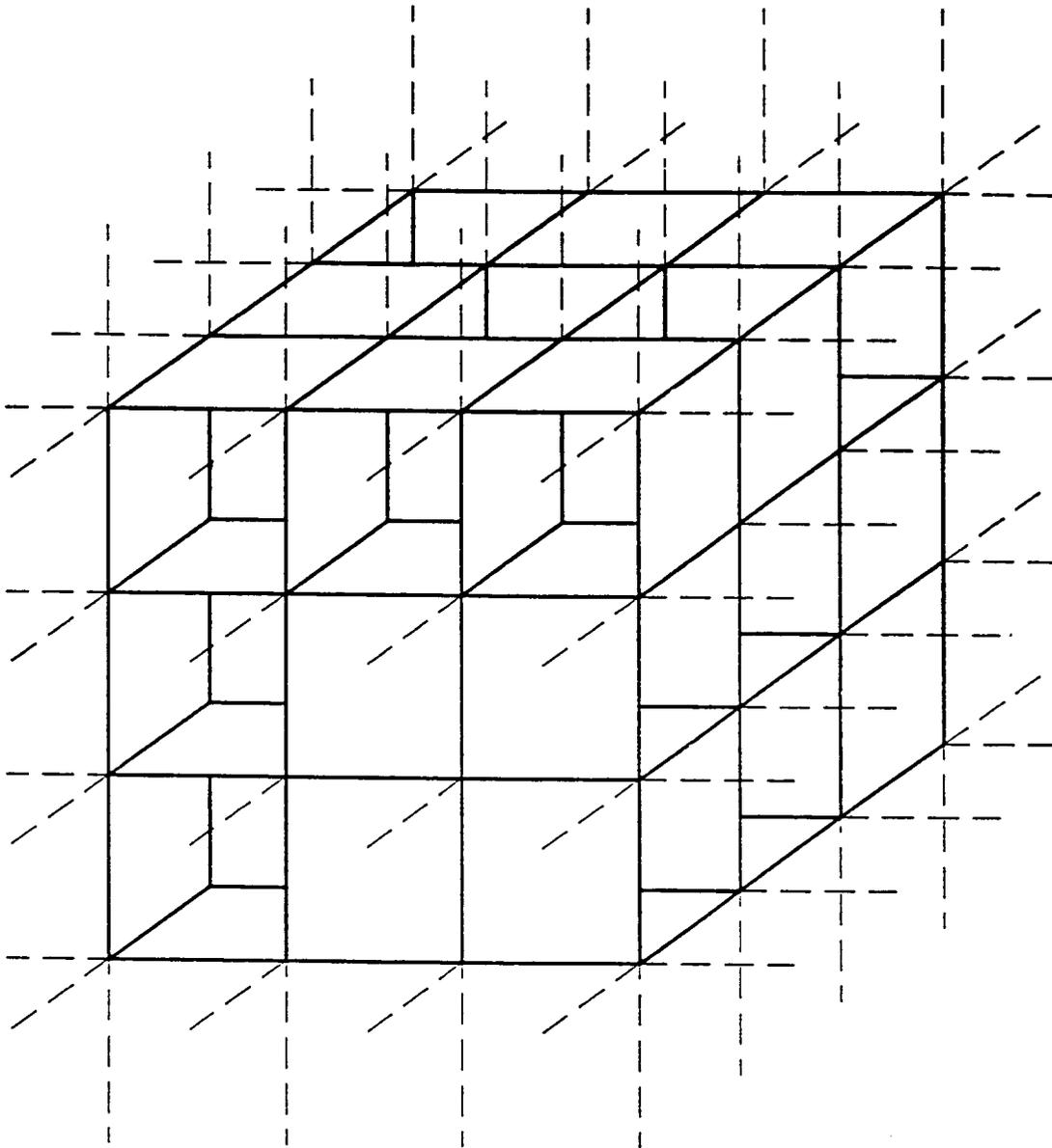


FIG. 27

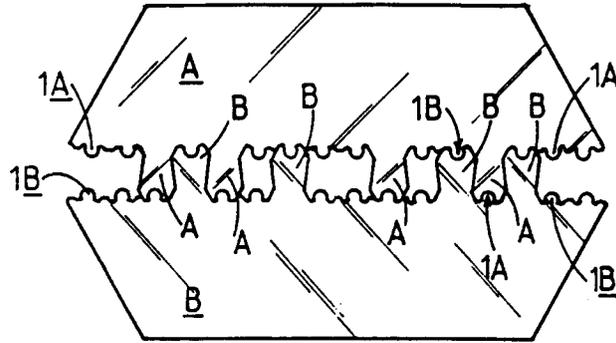


FIG. 28

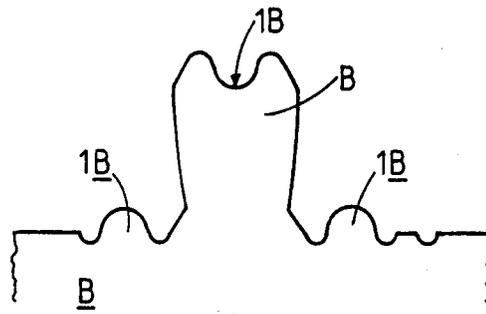


FIG. 29

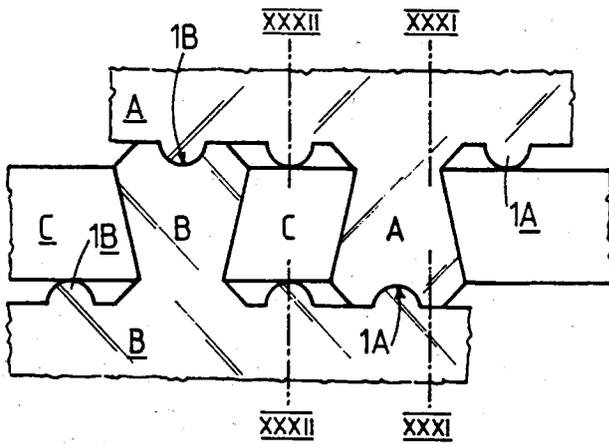


FIG. 30

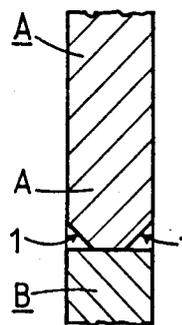


FIG. 31

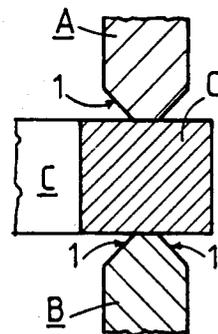


FIG. 32

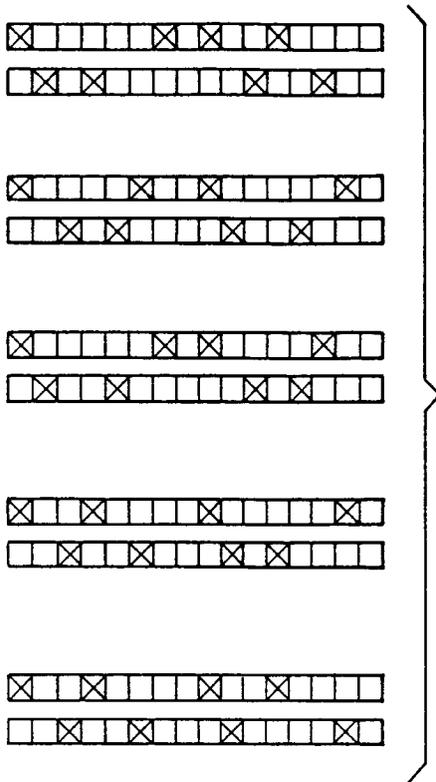


FIG. 33

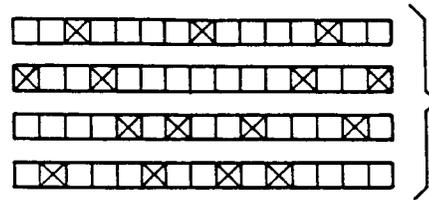


FIG. 36

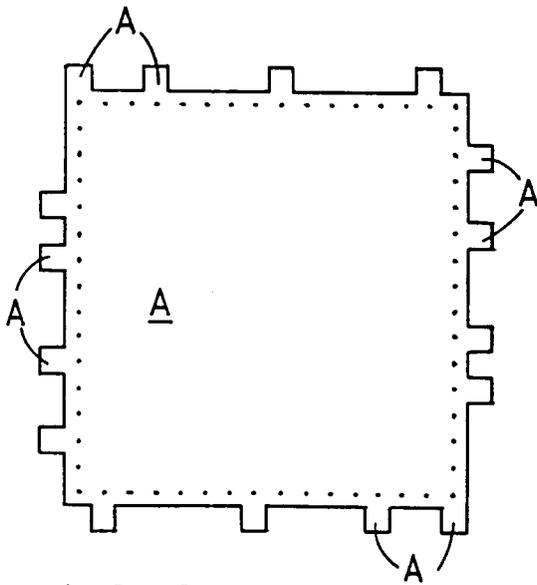


FIG. 34

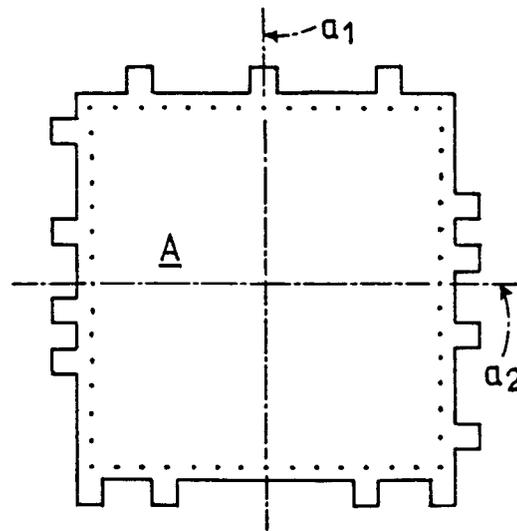


FIG. 35