

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 15705

(54) Procédé de fabrication de pièces en matière synthétique expansée à caractéristiques physiques variables.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). B 29 D 27/00; B 29 C 1/00; C 08 L 25/04.

(22) Date de dépôt..... 13 août 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 7 du 18-2-1983.

(71) Déposant : Société dite : SAPLEST SA. — FR.

(72) Invention de : Gabriel Joly et Guy Laloz.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Bert, de Keravenant et Herrburger,
115, bd Haussmann, 75008 Paris.

La présente invention concerne un procédé de fabrication de pièces en matière synthétique expansée, à caractéristiques physiques variables, prédéterminées en fonction de l'application, telles que les caractéristiques
5 mécaniques, les caractéristiques d'isolation thermique ou phonique, etc....

Comme cela est connu, l'examen de pièces moulées en matière synthétique expansée notamment en polystyrène expansée, a montré que les cellules expansées présentaient
10 des formes différentes suivant l'éloignement des cellules par rapport aux faces de la pièce.

En général, le long des faces extérieures de la pièce, les cellules sont en forme de sphère plus ou moins fortement écrasée sur un grand diamètre alors que, dans la
15 partie éloignée des faces extérieures, les cellules sont allongées en grains de riz, suivant des orientations aléatoires.

Or, des considérations de résistance des matériaux laissent prévoir que la résistance d'une cellule en matière
20 expansée de forme aplatie est faible dans le sens de sa plus petite épaisseur, et qu'elle présente une certaine élasticité.

Dans le cas d'une cellule de matière expansée en forme de grains de riz, la résistance est relativement grande dans la direction longitudinale.

Il est connu d'utiliser la souplesse des cellules
25 aplaties dans le cas de plaques de matière synthétique expansée. Pour obtenir des plaques relativement souples, on effectue un laminage de surface des plaques en sortie de fabrication, de façon à écraser ou aplatir les cellules
30 initialement sphériques.

Toutefois, ce procédé est limité d'une part aux plaques et d'autre part au seul écrasement. L'allongement plus ou moins désordonné des cellules tel qu'il se constate sur les
pièces actuellement réalisées n'est qu'une conséquence de l'ex-
35 pansion :

- Ces cellules allongées se trouvent au coeur de la pièce,

- L'orientation est aléatoire et ne modifie pas les caractéristiques physiques de la pièce.

- 40 - Il n'existe pas de moyen permettant de créer des

cellules allongées, orientées dans une direction précise.

Or, la multiplication et la diversification de la fabrication de pièces moulées en matière synthétique rend souhaitable que l'on puisse fabriquer des pièces présentant des caractéristiques physiques variables, telles qu'une plus grande
5 dureté, une plus grande souplesse, etc... pour l'intégralité de la pièce ou de façon limitée à une zone.

L'invention se propose de créer des moyens permettant de réaliser des pièces en matière synthétique moulées présentant en totalité ou en partie des caractéristiques physiques
10 prédéterminées.

A cet effet, la présente invention concerne un procédé de fabrication de pièces en matière synthétique expansée, notamment en polystyrène expansé, procédé suivant lequel au cours d'une phase
15 initiale, on expande la matière synthétique dans un moule chaud de forme précise, puis au cours d'une phase finale, on stabilise la forme de la pièce, procédé caractérisé en ce qu'au cours d'une phase intermédiaire entre la phase initiale et la phase finale, on modifie au moins partiellement la forme de la cavité
20 du moule à l'endroit où l'on veut modifier les caractéristiques mécaniques de la pièce, en cours de fabrication, on laisse expandre de façon complémentaire la pièce pour que la matière occupe complètement la cavité et au cours de la phase finale, on modifie au moins partiellement la forme de la cavité du moule par rapport
25 à la forme de la phase intermédiaire et on comprime et refroidit pour fixer la forme de la pièce.

Ainsi, grâce à l'expansion complémentaire puis à la compression plus ou moins prononcée pour stabiliser la pièce à la forme définitive, on peut modifier localement ou globalement
30 la résistance ou plus généralement les caractéristiques physiques d'une pièce pour mieux l'adapter à son utilisation. On peut ainsi réaliser des pièces relativement souples pour amortir les chocs, par exemple des pièces destinées à recevoir des produits fragiles, etc...

On peut également réaliser des pièces à résistance
35 mécanique relativement importante, par exemple comme un calotin de casque de protection dont la partie supérieure doit être dure et les bords souples.

Suivant une autre caractéristique avantageuse de l'in-
40 vention, on utilise un moule au moins partiellement différent d'une pa

pour l'une des phases initiale et intermédiaire et d'autre part, la phase finale.

Suivant une autre caractéristique, le moule utilisé pour la mise en oeuvre de la phase finale est au moins partiellement
5 différent du moule utilisé dans les phases initiale et intermédiaire.

En résumé, le changement de forme de la cavité de moulage, c'est-à-dire de l'intérieur du moule, peut s'obtenir suivant le cas soit par un mouvement ou un décalage de parties du moule les unes par rapport aux autres ou encore par changement partiel ou
10 total du moule. Toutefois, ce changement n'est possible qu'entre la phase intermédiaire et la phase finale puisqu'il y a non seulement un changement de forme du moule mais il est également nécessaire de refroidir la pièce pour la stabiliser définitivement. Or, de façon particulièrement avantageuse, on peut à ce moment changer
15 de moule au moins partiellement.

La présente invention sera décrite plus en détail à l'aide des dessins annexés dans lesquels :

- Les figures 1A, 1B, 1C représentent la forme d'une pièce pendant les trois phases de sa fabrication en matière synthétique expansée ;
20
- Les figures 2A, 2B, 2C représentent schématiquement un exemple de moule pour la mise en oeuvre du procédé selon les figures 1A, 1B, 1C ;
- Les figures 3A, 3B, 3C représentent schématiquement
25 un moule pendant les trois phases de fabrication d'un premier exemple de pièce ;
- Les figures 4A, 4B sont des vues analogues à celles des figures 3A, 3B, 3C pendant la fabrication d'un autre exemple de p
- Les figures 5A, 5B, 5C représentent la fabrication
30 d'une pièce bombée ;
- Les figures 6A, 6B, 6C représentent la fabrication d'une pièce parallélépipédique.

Le procédé selon l'invention consiste de façon générale à injecter de la matière dans un moule, à faire expander cette matière
35 à chaud puis au cours de la phase d'expansion, à provoquer une détente adiabatique choisie que l'on fait suivre d'une nouvelle compression choisie pour mettre la pièce à la forme définitive.

Les expressions "détente", "compression" et "choisies" signifient que l'endroit où se fait la détente ou la
40 compression ainsi que l'amplitude de la détente et de la compression sont choisis en fonction de la pièce à réaliser,

c'est-à-dire de l'état de résistance mécanique voulue de la surface de la pièce.

Cela signifie également que la détente en un endroit de la pièce peut être choisie différente d'un autre
5 endroit. Il en est de même de la compression.

Pour simplifier l'exposé général du procédé, la description sera d'abord faite à l'aide des figures 1A, 1B, 1C qui représentent schématiquement la forme de la pièce au cours des trois phases de la fabrication, à savoir :

- 10 - phase initiale d'injection et d'expansion (figure 1A) ;
- phase intermédiaire d'expansion complémentaire (figure 1B) ;
- phase finale de stabilisation définitive
15 (figure 1C).

Le procédé sera décrit dans son application à la réalisation d'une pièce 1, en forme de boîte, ayant un fond 2 et des parois 3.

Selon l'invention, on se propose de modifier
20 les caractéristiques mécaniques des surfaces 21A, 31A (figure 1A) de la pièce.

Pour montrer la position des surfaces 21, 31, celles-ci sont repérées par leur distance a, b, ... par rapport au fond extérieur de la pièce.

25 De même, on utilisera les références 21A, 21B, 21C et 31A, 31B, 31C pour désigner la position des surfaces 21 et 31 au cours des trois phases opératoires selon les figures 1A, 1B et 1C. Dans chacune des figures, la position des surfaces à modifier sera repérée par les distances a, b ; $a + h_1$,
30 $b + h_3$ et $a + h_2$, $b + h_4$ (figures 1A, 1B, 1C).

Le procédé se déroule comme suit :

Phase d'injection et d'expansion initiale (figure 1A) :

Lorsque le moule est fermé, on y injecte la matière synthétique à expanser, par exemple du polystyrène se
35 présentant sous forme de billes préexpansées ; puis on chauffe le moule et on injecte de la vapeur. La matière gonfle par expansion des particules sphériques et prend la forme représentée à la figure 1A.

La face 21A du fond 2 et les faces 31A des
40 parois 3 sont alors à des distances a et b par rapport à la

ligne de référence.

Phase d'expansion complémentaire (figure 1B) :

A la fin de la phase d'expansion, on modifie la forme de la cavité du moule pour laisser la matière encore
5 sous pression, s'expanser au niveau des surfaces 21A, 31A alors que les autres faces ou surfaces de la pièce restent bloquées.

Par cette expansion, les surfaces 21A, 31A arrivent dans les positions 21B, 31B qui se trouvent respectivement aux distances $a + h_1$ et $b + h_3$.

10 Les distances h_1, h_2, h_3, h_4 représentent les variations de dimension du moule dans une direction donnée ; les variations h_1 et h_3 sont toujours nulles ou positives.

Les variations h_2 et h_4 sont positives, nulles ou négatives.

15 Au cours de cette expansion complémentaire, les particules se trouvant au niveau des surfaces 21B, 31B qui étaient sphériques ou aplaties, s'allongent dans le sens de l'augmentation de volume de la cavité du moule.

Phase de stabilisation définitive (figure 1C) :

20 Après l'expansion complémentaire, on modifie de nouveau la forme du moule pour comprimer les surfaces 21, 31 de la pièce et les faire venir dans les positions 21C, 31C distantes respectivement de $a + h_2$ et $b + h_3$.

Cette opération de compression entraîne un
25 écrasement plus ou moins prononcé des cellules expansées préalablement, au niveau des surfaces 21, 31.

De façon générale, le choix des expansions/compressions dépend des caractéristiques mécaniques à obtenir.

Les figures 2A, 2B, 2C représentent un exemple
30 de moule en trois éléments 11, 12, 13 permettant la mise en oeuvre du procédé décrit ci-dessus. Les figures 2A, 2B, 2C représentent respectivement la position des éléments du moule donnant les formes de pièces selon les figures 1A, 1B, 1C.

Bien qu'aux figures 2A, 2B, 2C il s'agisse du
35 même moule, on peut également utiliser des moules ou éléments de moule différents :

Le moule utilisé dans les phases 1 et 2 (figures 1A, 2A ; 1B, 2B) est le même ; si les variations $h_1, h_3 \dots$ sont différentes, il faut autant d'éléments de
40 moule à mouvement ou à réglage relatif différent.

Par contre, si toutes les variations sont les mêmes $h_1 = h_3 \dots$, les éléments 12, 13 ... peuvent être solidarisés et réunis en une seule partie. Il est d'ailleurs indispensable qu'il n'y ait pas de changement de moule pendant les phases 1 et 2 puisque la phase d'expansion complémentaire doit se faire à chaud et est de préférence adiabatique.

Pour la phase 3, le moule peut être au moins partiellement différent de celui des phases 1 et 2, non seulement par les dimensions de la cavité ; il peut s'agit d'un moule au moins en partie nouveau.

En effet, la stabilisation à la forme définitive se faisant par refroidissement de la pièce moulée, il est intéressant d'économiser des calories en ne refroidissant pas inutilement le moule chaud. Pour cela, la pièce peut être transférée du moule chaud (phase 2) dans un autre moule froid (phase 3).

Il est important de remarquer que les moules et éléments de moules, déplacements et réglages relatifs des éléments de moules définissent dans chacune des phases 1, 2, 3 une cavité de moule de dimensions précises. Cette précision est nécessaire non seulement pour l'opération de mise en forme et de stabilisation définitive mais également pour la forme de la pièce à la fin des phases 1 et 2. En effet, les modifications des caractéristiques mécaniques dépendent uniquement de la valeur des variations h_1, h_2, h_3, h_4 et de la précision de ces variations.

Comme ces variations peuvent être de l'ordre de quelques mm, cela souligne l'importance de la précision des moules à chaque phase du procédé.

L'invention sera explicitée à l'aide de quelques exemples :

Exemple 1 (figures 3A, 3B, 3C) :

Pour cet exemple, on utilise un moule formé des éléments 101, 102 de façon à réaliser un emballage 103 en forme de boîte. On se propose d'augmenter la résistance de façon très analogue à ce qui a été réalisé selon les figures 2A, 2B, 2C.

Les figures 3A, 3B, 3C montrent schématiquement la forme des cellules de la matière expansée au cours des diverses étapes.

C'est ainsi qu'à la figure 3A, lors de

l'expansion dans le moule chaud, les cellules sont de forme à peu près sphérique et sont collées les unes aux autres. Puis au cours de la détente complémentaire (figure 3B) les cellules s'allongent dans le sens de la variation de dimension du moule, c'est-à-dire dans ce cas dans le sens de l'ouverture du moule par mouvement relatif de la partie 102 par rapport à la partie 103. Les cellules du fond de la pièce et celles au niveau du bord supérieur s'allongent comme cela est représenté.

Dans la phase de mise en forme définitive représentée à la figure 3C, les cellules allongées précédemment sont plus ou moins comprimées. Les courses de la partie 102 du moule sont respectivement référencées par H_{10} et H_{11} aux figures 3B, 3C.

La pièce fabriquée selon le procédé des figures 3A, 3B, 3C présente de meilleures caractéristiques de résistance à la compression dans le sens de l'ouverture du moule car les cellules sont allongées dans cette direction.

Exemple 2 (figures 4A, 4B) :

Cet exemple se rapproche de l'exemple de la figure 1 sauf que la phase finale est une phase de compression plus prononcée, la compression mettant la pièce à une dimension inférieure à celle de la fin de la première phase (figure 4A). Cela est schématisé par les distances H_{12} représentées aux dessins.

Par cette compression plus prononcée que la précédente, on écrase les sphères après les avoir allongées, ce qui donne des éléments aplatis, ayant un très fort pouvoir amortissant qui peut être intéressant pour réaliser des boîtes, des cales ou autres éléments destinés à recevoir ou à tenir des pièces fragiles.

Exemple 3 (figures 5A, 5B, 5C) :

Cet exemple se propose de réaliser une pièce qui soit plus résistante qu'une pièce habituelle dans le sens perpendiculaire à l'ouverture du moule. La pièce ainsi réalisée a une forme de coupelle ou de dôme.

Pour cela, on utilise un moule en deux éléments 301, 302, la pièce à réaliser portant la référence 303.

Au cours d'une première phase, on provoque l'expansion dans un moule chaud (figure 5A). Puis, au cours d'une seconde phase on provoque l'expansion complémentaire avec

détente adiabatique en ouvrant légèrement le moule, c'est-à-dire en tirant l'élément 302 par rapport à l'élément 301.

Au cours de la dernière phase, on effectue la mise en forme définitive à l'aide d'un élément de moule 302' de forme différente de celle du moule précédent ; au cours de cette dernière phase on conserve néanmoins l'orientation allongée des cellules dans un sens dirigé vers la surface du moule 302'.

La fabrication d'une pièce parallélépipédique ayant une résistance de même type que celle de la pièce des figures 5A, 5B, 5C est représentée aux figures 6A, 6B, 6C.

Pour cela, il faut modifier les dimensions de l'élément 402 du moule dans la phase 6B pour permettre l'allongement des cellules dans le sens perpendiculaire à l'ouverture puis lors de la troisième phase on utilise un moule de dimensions appropriées pour comprimer plus ou moins les cellules tout en leur conservant comme direction d'allongement une direction perpendiculaire à la direction d'ouverture du moule.

La description des exemples ci-dessus a supposé des conditions de fabrication traditionnelle de pièces en matière synthétique expansée. En effet, dans les installations existant actuellement, les moules sont réalisés en deux parties qui s'ouvrent suivant un plan de joint choisi suivant les dimensions des deux éléments ou parties du moule, la forme de la pièce à réaliser, etc.

De tels moules sont dans une certaine mesure utilisables pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, la phase d'expansion ou de détente complémentaire consiste alors à ouvrir partiellement le moule pour augmenter son volume intérieur et permettre l'expansion complémentaire. Toutefois, de tels moules ne sont utilisables que dans des cas relativement limités, pour lesquels la variation des caractéristiques mécaniques que l'on recherche pour la pièce sont localisées au niveau de zones de la pièce susceptibles de s'expanser de façon complémentaire ou d'être comprimées par ouverture au moins partielle du moule.

Par contre, pour la réalisation de pièces plus complexes, à résistance mécanique différenciée ou située dans des zones non touchées par le mouvement d'ouverture du moule,

il faut des éléments de moule de forme plus complexe et qui sont mobiles et réglables les uns par rapport aux autres dans une direction différente de celle de l'ouverture du moule.

- Le procédé décrit ci-dessus peut également se
- 5 mettre en oeuvre de façon continue pour la fabrication de plaques ou de bandes ultérieurement découpées en plaques ou en éléments plats.

- Il suffit dans ce cas de remplacer les moules ou les variations de formes de moules correspondant aux trois
- 10 phases par des calandres ou des bandes transporteuses, entre lesquelles on provoque l'expansion de la matière, par des bandes dont l'écartement est choisi de façon à obtenir d'abord une expansion puis une expansion complémentaire et, enfin, une compression à la valeur appropriée, suivant qu'il faut
- 15 réaliser une nappe ou des plaques dont les surfaces sont plus résistantes ou plus souples que celles des plaques ou nappes fabriquées par un procédé habituel.

REVENDEICATIONS

- 1) Procédé de fabrication de pièces en matière synthétique expansée notamment en polystyrène expansé, procédé suivant lequel au cours d'une phase initiale, on expanse
5 la matière synthétique dans un moule chaud de forme précise, puis au cours d'une phase finale, on stabilise la forme de la pièce, procédé caractérisé en ce qu'au cours d'une phase intermédiaire entre la phase initiale et la phase finale on modifie au moins partiellement la forme de la cavité du moule à l'endroit où l'on
10 veut modifier les caractéristiques physiques de la pièce en cours de fabrication, on laisse expander de façon complémentaire la pièce pour que la matière occupe complètement la cavité, et au cours de la phase finale on modifie au moins partiellement la forme de la cavité du moule par rapport à sa forme de la
15 phase intermédiaire et on comprime et refroidit pour fixer la forme de la pièce.
- 2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on utilise un moule au moins partiellement différent d'une part pour l'une des phases initiale et intermédiaire et,
20 d'autre part, la phase finale.
- 3) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le moule utilisé pour la mise en oeuvre de la phase finale est au moins partiellement différent du moule utilisé dans les phases initiale et inter-
25 médiaire.
- 4) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on déforme le moule entre la phase initiale et la phase intermédiaire.
- 5) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que pendant la phase finale, les
30 parties du moule en saillie ou en retrait sont plus accentuées ou plus atténuées que les parties correspondantes du moule pour la phase initiale.
- 6) Moule pour la mise en oeuvre du procédé de
35 fabrication de pièces en matière synthétique expansée, notamment en polystyrène expansé, pièces ayant une résistance mécanique différente suivant les parties de la pièce, moule caractérisé en ce qu'il se compose d'au moins trois éléments dont la position relative est réglable suivant les phases du procédé à
40 réaliser, de façon à modifier au moins localement la forme de la cavité du moule.

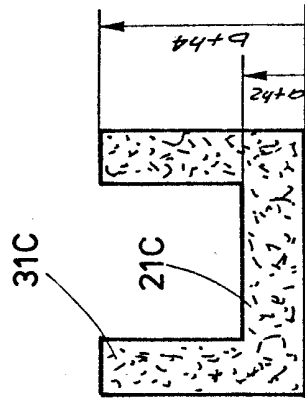


Fig. 1C

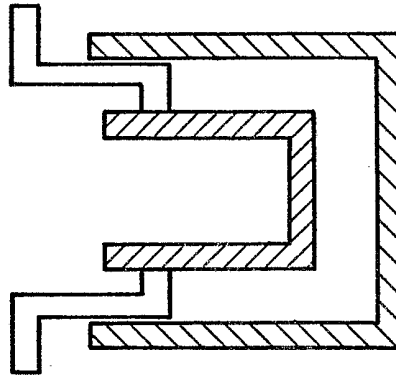


Fig. 2C

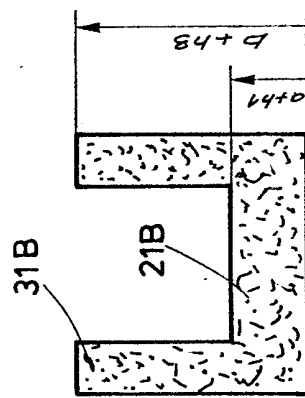


Fig. 1B

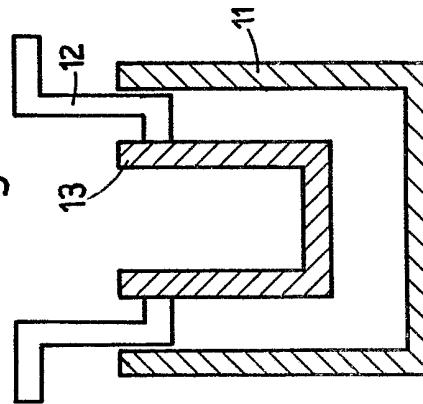


Fig. 2B

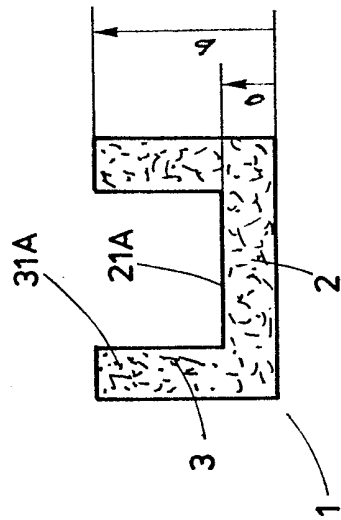


Fig. 1A

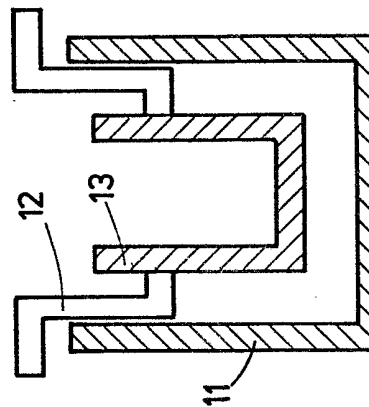


Fig. 2A

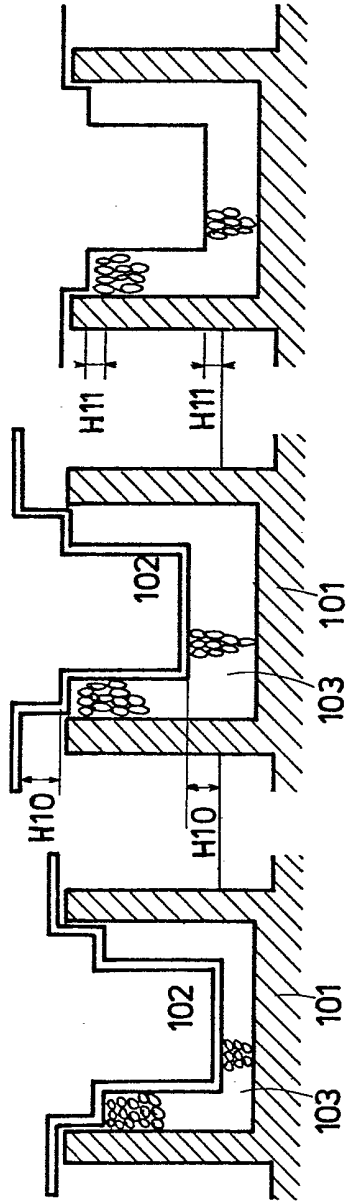


Fig. 3A

Fig. 3B

Fig. 3C

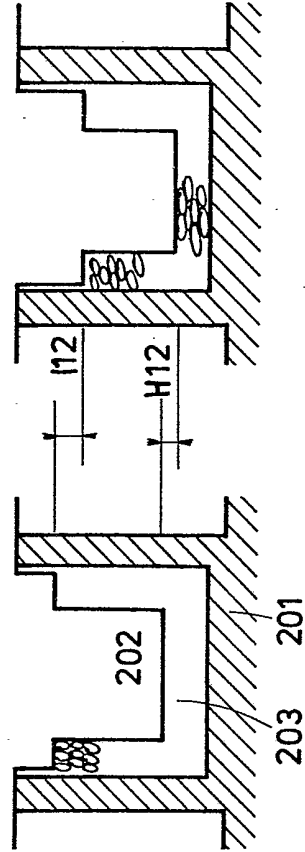


Fig. 4A

Fig. 4B

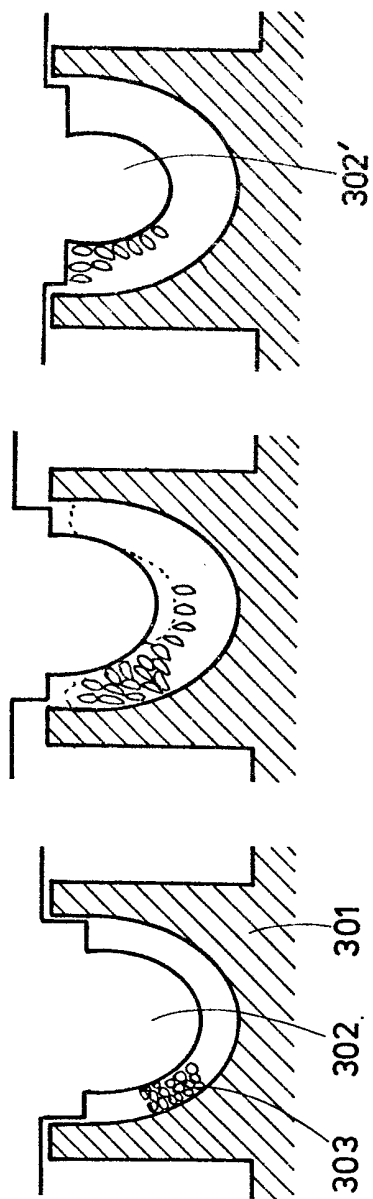


Fig. 5A

Fig. 5B

Fig. 5C

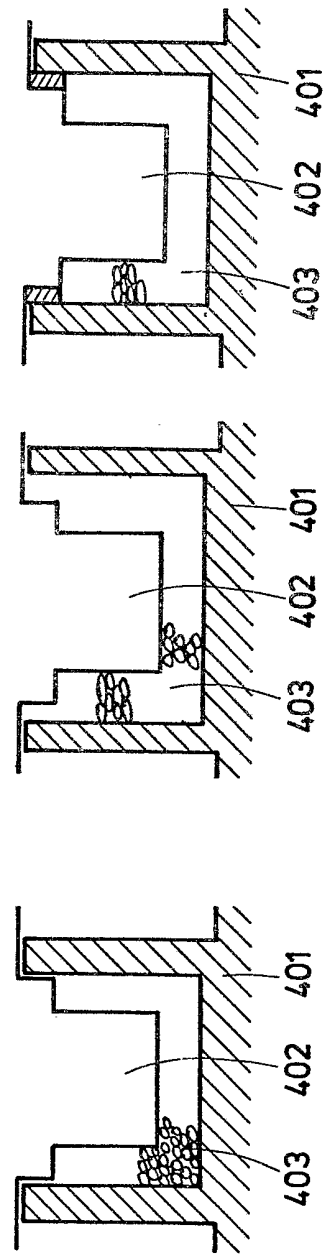


Fig. 6A

Fig. 6B

Fig. 6C