

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

②

**N° 80 12740**

---

⑤④ Procédé et appareil pour la fabrication d'un article thermoplastique par étirage et soufflage, et article obtenu.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. 3). B 29 C 17/03.

②② Date de dépôt..... 9 juin 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : *Suède, 11 juin 1979, n° 7905047-2.*

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 1 du 2-1-1981.

---

⑦① Déposant : Société dite : PLM AB, résidant en Suède.

⑦② Invention de : Mosvoll Jakobsen Kjell et Claes Nilsson Torsten.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Bonnet-Thirion, G. Foldés,  
95, bd Beaumarchais, 75003 Paris.

La présente invention concerne un procédé et un appareil pour la fabrication d'un article thermoplastique par étirage et soufflage, et un article obtenu par la mise en oeuvre de ce procédé. Les articles sont faits d'une matière thermoplastique du type polyester ou polyamide, de préférence de téréphtalate de polyéthylène, et les articles sont fabriqués à partir d'éléments qui comprennent une partie de bordure qui entoure un corps dans un arrangement tel que ce dernier soit renforcé par rapport à la partie de bordure. L'élément est formé à partir d'un flan d'une matière principalement amorphe ou d'une matière ayant un degré de cristallinité inférieur à 10%. Le flan consiste par exemple en une plaque plate, en une coque ou analogue.

Le corps ou les parties de celui-ci sont mis en forme en étirant le flan jusqu'à ce que commence l'écoulement de la matière qui est située vers l'intérieur par rapport aux zones du flan qui forment la partie de bordure de l'élément, la matière étirée pour s'écouler dans le corps prenant un degré de cristallinité situé entre 10% et 25%, tandis que le degré de cristallinité de la matière dans la partie de bordure et dans les parties non étirées conserve sa valeur originelle inférieure à 10%. On sépare la partie de bordure du corps que l'on allonge dans la direction axiale par un certain nombre d'étapes d'étirage, tandis qu'on réduit en même temps l'étirage perpendiculairement à la direction dans laquelle on tire la matière. Le corps de l'élément de la partie étirée sera remis en forme par un procédé de soufflage pour donner l'article désiré.

Dans la fabrication de produits à partir de matière thermoplastique, la matière de départ est, dans la plupart des cas, un flan virtuellement plat.

On forme alors soit un produit final en sensiblement une opération de déformation, soit une ébauche destinée à être remise en forme ultérieurement pour donner le produit final. La mise en forme du flan se fait suivant les procédés connus jusqu'à ce jour, soit par un procédé de soufflage, soit par un procédé de thermoformage. Dans le procédé de soufflage, on obtient, en règle générale, des sections épaisses dans le fond. Dans le procédé de thermoformage, on utilise ou bien un thermoformage dit négatif, ou bien un thermoformage dit positif. Dans le procédé de thermoformage négatif, on obtient un fond mince, tandis qu'on obtient un fond épais par le procédé de thermoformage positif.

15 Dans le thermoformage négatif, on place une feuille chaude ou une pellicule chaude au-dessus de cavités, après quoi on presse et aspire la matière de la pellicule ou de la feuille dans les cavités en exerçant une pression extérieure et en réduisant la pression à l'intérieur. Cela a pour conséquence que la matière est étirée et devient mince, tandis qu'elle est aspirée dans les cavités particulières. Si la cavité est en forme de tasse, on obtient un fond étiré mince et une épaisseur de paroi qui va croissant vers le bord ou bordure de la tasse.

20 Dans le thermoformage positif, le moule ou matrice en forme de tasse constitue un corps saillant et la matière de la pellicule ou feuille est pressée et aspirée au-dessus de ce corps saillant. Il en résulte que la matière qui se trouve sur la partie supérieure du corps saillant, c'est-à-dire le fond de la tasse, reste épaisse et essentiellement non étirée, tandis que l'épaisseur de la matière diminue vers le bord de la tasse.

35 Pour obtenir une épaisseur de matière con-

venable dans la partie formant le fond de la tasse, dans le thermoformage négatif, il faut que la matière de départ ait une épaisseur suffisante. Pour obtenir une épaisseur convenable de la matière dans la zone de bordure de la tasse, dans le thermoformage positif, nécessaire pour la stabilité de la tasse, il faut également choisir une épaisseur suffisante de la matière de départ. Dans le thermoformage négatif, les zones de la matière entre les tasses mises en forme restent non influencées et on les coupe, dans la suite, après fabrication des tasses elles-mêmes. Dans le thermoformage positif, la matière entre les tasses est aspirée dans des évidements et elle est séparée des tasses formées. Dans le thermoformage positif, on obtient ainsi des fonds de tasses qui ont sensiblement même épaisseur que la matière de départ. Les deux procédés de formage s'accompagnent d'une grande consommation, non nécessaire, de matière, ce qui a une importance économique dans la fabrication d'articles en série.

La présente invention élimine certains inconvénients liés à la technologie connue à ce jour.

L'invention convient de préférence à la fabrication d'éléments de matières thermoplastiques du genre polyester ou polyamide. Des exemples de ces matières sont le téréphtalate de polyéthylène, le polyhexaméthylène-adipamide, le polycaprolactame, le polyhexaméthylène-sébaçamide, le 2,6- et le 1,5-naphtalate de polyéthylène, le 1,2-dihydroxybenzoate de polytétraméthylène et des copolymères de téréphtalate d'éthylène, d'isophtalate d'éthylène et des polymères semblables. La description de l'invention donnée ci-dessous se rapporte principalement au téréphtalate de polyéthylène, dit ci-après PET, mais l'invention ne se réduit pas exclusivement à l'em-

ploi de cette matière ou d'autres matières déjà mentionnées ; en fait, elle convient aussi à beaucoup d'autres matières thermoplastiques.

5 Pour mieux comprendre le problème dont il s'agit et l'invention, on décrira ci-après plusieurs propriétés caractéristiques du téréphtalate de polyéthylène. D'après la littérature, par exemple d'après l'ouvrage " Properties of Polymers" de D.W. Van Krevelen, Elsevier, Scientific Publishing Company, 10 1976, on sait que les propriétés de la matière changent lorsqu'on oriente le téréphtalate de polyéthylène amorphe. Certains de ces changements sont montrés par des diagrammes (figures 14.3 et 14.4 aux pages 317 et 319 de l'ouvrage " Properties of Polymers" ). Les symboles utilisés dans la discussion 15 qui va suivre correspondent aux symboles de cet ouvrage.

On peut orienter le PET, comme beaucoup d'autres matières thermoplastiques, en étirant la matière. 20 Normalement, cet étirage a lieu à une température supérieure à la température de transition vitreuse,  $T_g$ , de la matière. Les propriétés de résistance de la matière sont améliorées par l'orientation. La littérature montre que dans le cas du PET thermoplastique, une augmentation du rapport d'étirage  $\Lambda$ , 25 c'est-à-dire du quotient de la longueur de la matière étirée et de la longueur de la matière non étirée, conduit à une amélioration des propriétés de la matière. Lorsqu'on augmente le rapport d'étirage  $\Lambda$  d'environ 2 à un peu plus de 3, on assiste à 30 des changements particulièrement grands des propriétés de la matière. La résistance dans la direction de l'orientation est alors notablement améliorée, tandis qu'en même temps s'élèvent la densité  $\delta$ , le 35 degré de cristallinité  $X_c$  et la température de tran-

sition vitreuse,  $T_g$ . On peut voir d'après le diagramme de la page 317 de l'ouvrage précité, qu'après étirage, avec une valeur de  $\Lambda$  égale à 3,1, la matière résiste à une force par unité de surface qui correspond à  $\sigma = 10$ , associée à un très petit allongement, alors que l'allongement pour  $\Lambda = 2,8$  est sensiblement plus grand. Dans la suite du présent mémoire, on désignera parfois sous le nom "étape d'orientation" l'orientation que l'on obtient par l'étirage ou une réduction d'épaisseur d'au moins trois fois et qui conduit aux améliorations marquées des propriétés de la matière, indiquées ci-dessus.

Les diagrammes dont il a été question précédemment montrent les changements que l'on obtient par une orientation monoaxiale de la matière. Avec une orientation biaxiale, on obtient des effets semblables dans les deux directions d'orientation. On réalise l'orientation, en règle générale, par des étirages successifs.

Les propriétés améliorées de la matière, qui correspondent à celles que l'on obtient par l'étape d'orientation définie plus haut sont obtenues aussi si l'on étire une matière amorphe jusqu'à ce qu'elle s'écoule et si, avant l'écoulement, la matière est à une température inférieure à la température de transition vitreuse,  $T_g$ . Dans une barre étirée, une réduction du diamètre d'environ 3 fois se produit dans la zone d'écoulement. Lors de la traction, la zone d'écoulement est déplacée de façon continue dans la matière amorphe, tandis qu'en même temps, la matière qui a déjà subi l'état d'écoulement absorbe les forces de traction de la barre soumise à l'essai, sans étirage permanent supplémentaire.

Suivant l'invention, en partant d'un flan sensiblement plat, de matière amorphe ou ayant un

degré de cristallinité inférieur à 10 %, on fabrique des éléments qui comprennent une partie formant bordure et une partie formant tasse. La matière dans des sections annulaires du flan est amenée à l'état d'écoulement par un processus d'étirage. On forme de cette façon la partie tasse. Dans certaines applications, le rapport entre l'élargissement radial de la tasse et l'extension axiale est tel qu'il n'est pas possible de fabriquer un gobelet en une seule étape d'étirage. Suivant l'invention, on obtient les rapports désirés par un certain nombre de nouvelles étapes d'étirage de la tasse, le diamètre de la tasse étant réduit dans chaque nouvelle étape d'étirage, alors que l'épaisseur de la matière reste plus ou moins inchangée.

On remet en forme la partie tasse de l'élément, ou la tasse étirée, par un procédé de soufflage, pour obtenir l'article désiré.

Suivant l'invention, on obtient un élément qui comprend une partie formant bordure et une partie formant tasse, la matière étant de préférence d'une épaisseur et d'une orientation plus ou moins uniformes dans tout le fond de la partie tasse. Dans une certaine forme de réalisation de l'invention, la matière dans la partie de fond de la tasse est au surplus complètement ou partiellement de même épaisseur que la matière de la paroi. Les parties restantes de la matière ont l'épaisseur et les propriétés de la matière de départ. Dans certaines applications, le fond est plus ou moins complètement plat alors que dans d'autres applications, le fond comprend des parties qui sont déplacées axialement par rapport à l'axe de la tasse. Dans ce cas, dans certaines formes de réalisation, des sections de bordure annulaires sont formées près du bord inférieur de la

paroi, tandis que dans d'autres formes de réalisation, des sections de fond centrales sont déplacées à plus de distance du bord d'ouverture supérieur de l'élément.

5 L'élément comprend une partie de bordure qui entoure un corps renforcé par rapport à la partie de bordure. La matière dans la partie de bordure est principalement amorphe ou possède un degré de cristallinité inférieur à 10 %. Le corps a une partie  
10 de paroi et une partie de fond. La partie de paroi consiste en une matière qui a été étirée à une température inférieure à la température Tg de transition vitreuse, jusqu'au commencement de l'écoulement, et dans laquelle le degré de cristallinité est compris  
15 entre 10% et 25%. Dans la conception fondamentale de l'élément, le fond est constitué d'une matière principalement amorphe ou d'une matière ayant un degré de cristallinité inférieur à 10 %. Dans des formes de réalisation de l'invention, le fond est constitué, comme on le désire, d'une matière qui a été  
20 étirée à une température inférieure à la température Tg de transition vitreuse et qui a un degré de cristallinité situé entre 10% et 25%, jusqu'au commencement de l'écoulement, et qui alterne avec des sections  
25 de matière principalement amorphe ou de matière ayant un degré de cristallinité inférieur à 10%. Dans certaines formes de réalisation, les zones de matière dans le fond, comme déjà mentionné, sont déplacées dans la direction axiale par rapport au bord inférieur de la partie de paroi. Pendant la fabrication  
30 d'un élément, un flan de matière thermoplastique, principalement plat, ayant un degré de cristallinité inférieur à 10%, est serré ou encastré, à une température inférieure à la température de transition vitreuse, Tg, entre des serre-flans opposés, en sorte  
35

que soit formée une zone entourée complètement par des sections de la matière encastrée. Un outil de presse ou poinçon dont la surface de contact est plus petite que la surface de la zone est appliqué  
5 contre cette zone. Ainsi, une zone de matière analogue à une bande fermée, est formée entre les sections de matière encastrées du flan et la partie de la zone qui est en contact avec le poinçon. Par la suite, un mécanisme d'entraînement déplace le poinçon par rapport aux serre-flans, le poinçon demeurant en contact  
10 avec la zone. La matière dans la zone en forme de bande est ainsi étirée de façon que l'écoulement de la matière se produise, la matière étant orientée, tandis qu'en même temps, l'épaisseur de la matière est réduite d'environ 3 fois dans le cas du PET. La  
15 partie de paroi de l'élément est formée pendant le processus d'étirage.

Comme la circonférence de la surface de contact du poinçon est plus petite que la circonférence intérieure des serre-flans, la matière contiguë aux  
20 bords du poinçon est soumise à la fatigue la plus grande, et c'est la raison pour laquelle l'écoulement de la matière commence à cet endroit. L'effet qui en résulte est amplifié par le fait que la transition de la surface de contact du poinçon aux parois latérales du poinçon est relativement tranchée. Lorsque l'écoulement a commencé, la zone d'écoulement de la matière est progressivement déplacée dans la direction des serre-flans. Dans certains cas d'application , on interrompt l'étape de pression lorsque la  
30 zone d'écoulement a atteint le poinçon. Dans d'autres cas d'application, on continue l'étape de pression, un nouvel écoulement de matière ayant lieu à proximité des bords du poinçon et étant déplacé de ces zones  
35 vers le centre de la matière. Lorsque toute la ma-

tière qui est en contact avec la surface de contact du poinçon a été soumise à l'écoulement, la matière comprise entre les serre-flans, qui est située le plus près de la circonférence intérieure des serre-flans, est utilisée pour une nouvelle étape d'étirage dans certains exemples d'application. Pour que cela soit possible, il faut normalement une certaine élévation de la température de cette matière. La température de départ est cependant inférieure à la température  $T_g$  de transition vitreuse.

Dans certains exemples d'application, il est nécessaire de procéder à un refroidissement de la matière étirée. Dans ce cas, le poinçon est de préférence muni d'un dispositif de refroidissement qui est arrangé de telle manière que les zones de la matière qui s'écoulent pendant l'étirage de la matière soient en contact avec le dispositif de refroidissement.

Dans certaines applications, l'écoulement de la matière est amené à commencer près des serre-flans. Ceci se réalise en équipant les serre-flans de dispositifs chauffants qui élèvent la température des parties de la matière où l'écoulement doit commencer. La température dans la matière est cependant inférieure à la température  $T_g$  de transition vitreuse, de la matière. Lorsque l'état d'écoulement a commencé, il se poursuit dans la direction de la surface de contact du poinçon et, dans certains cas qui peuvent se présenter, il se poursuit au-delà de la région du passage des parois latérales à la surface de contact du poinçon.

Pour assurer que les serre-flans retiennent le flan dans les futures parties de bordure de l'élément, les serre-flans sont en règle générale munis de dispositifs de refroidissement.

Le concept de l'invention s'étend aussi à la possibilité que, pour un certain nombre d'étapes d'étirage qui se succèdent, tant dans la partie de paroi que dans la partie de fond du corps, on obtienne des parties de matière consistant alternative-  
5 ment en parties qui ont été étirées jusqu'à ce que l'écoulement commence et où la matière a reçu ainsi une épaisseur de paroi réduite, et en parties non étirées qui ont conservé leur épaisseur de paroi. Dans  
10 les parties de matière situées dans la partie de fond du corps, un déplacement de la matière en direction axiale du corps a lieu également dans certains exemples d'application, avec l'étape d'étirage.

On enlève la partie de bordure de l'élément formé et on remet l'élément en forme par un certain  
15 nombre d'étapes d'étirage. Ces étapes d'étirage ont lieu à une température inférieure à la température de transition vitreuse,  $T_g$ , et produisent une réduction du diamètre de la tasse, tandis que la longueur  
20 du corps est étendue en même temps dans la direction axiale. L'étape d'étirage réalise exclusivement une redistribution de la matière sans que commence l'écoulement de celle-ci.

La tasse formée après la fin de l'étape d'étirage a une ouverture à une extrémité, tandis qu'elle  
25 a une partie de fond à l'autre extrémité. Suivant la conformation de l'élément, la partie de fond est constituée complètement ou partiellement de matière amorphe ou de matière non orientée. Dans le premier  
30 cas mentionné, la partie de fond conserve donc l'épaisseur de la matière de départ dans la zone amorphe ou dans les zones amorphes. La matière amorphe se prête à l'emploi d'une matière de fixation pour souder à la tasse les parties supplémentaires.  
35 Ce besoin se présentera par exemple lorsqu'on utilise

la tasse comme récipient et que la partie du bas de la tasse représente en même temps la partie du bas du récipient. Dans ce cas, il est avantageux de souder au récipient un pied extérieur. La tasse confor-

5 mée de la manière décrite possède une partie d'ouverture qui, si on la retravaille de manière appropriée, sera de préférence usinée de façon telle que l'on obtienne un bord formant cordon, la stabilité du

10 bord formant cordon étant augmentée en chauffant la matière jusqu'à sa température de cristallisation maximale. Le bord formant cordon convient alors remarquablement pour y fixer par exemple un couvercle détaché, en une matière convenable, par exemple en métal, par sertissage.

15 Dans un autre exemple d'application, on interrompt l'étape d'étirage de la tasse, en sorte que des parties de la tasse aient un diamètre réduit par rapport au diamètre initial. En enlevant la

20 partie de fond de cette partie de diamètre plus petit, en dilatant la bordure formée et en stabilisant l'ouverture qui a été formée de la manière décrite dans la section précédente, on obtient une partie de goulot qui se prête à la fixation, par exemple, d'un couvercle ou d'une capsule-couronne. L'autre

25 partie encore ouverte de la tasse sera fermée, par exemple au moyen d'un disque d'extrémité, d'une manière semblable à ce qui a déjà été décrit.

Dans le procédé de soufflage, le point de départ est soit une tasse qui a été coupée de la manière

30 normale de la partie bordure de l'élément, soit une tasse nouvellement étirée. Par soufflage contre les parois chaudes du moule, la tasse dont la matière est à une température supérieure à la température  $T_g$  de transition vitreuse, est remise en forme de manière

35 à avoir exactement la forme du produit final voulu.

Dans certaines applications, on utilise un mandrin de soufflage chaud pour empêcher un refroidissement excessif de la matière pendant l'étape de soufflage.

On peut voir d'après ce qui a été dit que  
5 la combinaison d'un étirage jusqu'à ce que commence l'écoulement, pour obtenir un élément, et l'étirage nouveau de la tasse de l'élément formé, offrent un grand nombre de possibilités facultatives pour la mise en forme d'articles de types différents. Un  
10 article fabriqué de la manière décrite ci-dessus ne convient donc pas seulement pour être utilisé comme récipient, mais beaucoup d'autres applications sont possibles aussi.

On décrira l'invention plus en détail en se  
15 référant à un certain nombre de dessins sur lesquels:

- les figures 1 et 2 montrent des formes de réalisation facultatives de bandes convenant pour la remise en forme;

- la figure 3 montre un élément ayant une  
20 partie de fond du corps constituée de matière principalement amorphe;

- les figures 4 à 10 font comprendre les principes des dispositifs servant à étirer l'élément;

- la figure 11 montre une partie d'un dispositif pour un nouvel étirage de la tasse de l'élément;  
25

- la figure 12 montre la tasse de l'élément avant nouvel étirage;

- la figure 13 montre la tasse de l'élément après nouvel étirage partiel;

- la figure 14 montre la tasse de l'élément après nouvel étirage complet;  
30

- la figure 15 montre la tasse de l'élément dans lequel la partie de la tasse qui avait été partiellement étirée à nouveau, suivant la figure 13, se présente après un nouvel étirage renouvelé ;  
35

- la figure 16 montre le récipient produit à partir d'une tasse suivant la figure 15 ;

- les figures 17 à 19 montrent des contreparties des figures 12 à 14, la partie de fond de la tasse ayant des sections de matière amorphe ; et

- les figures 20 à 22 montrent des formes de réalisation facultatives d'articles soufflés.

Les figures 1 et 2 montrent une bande ou flan 14, de matière thermoplastique, vue d'en haut. On l'a indiquée plus spécifiquement par 14' à la figure 1 et par 14'' à la figure 2. Sur les figures, des zones annulaires de matière 16 (plus spécifiquement 16' à la figure 1, 16'' à la figure 2) ou 17 (plus spécifiquement 17' à la figure 1, 17'' à la figure 2) sont représentées. Au surplus, on a montré une zone de matière 15 (plus spécifiquement 15' à la figure 1, 15'' à la figure 2), entourée de la zone annulaire originelle 17 (spécifiquement 17' et 17''). La zone de matière 16 (16', 16'') est la zone qui, lors de l'étirage du flan, est serrée entre les serre-flans 30a, 30b (voir figure 4). La zone de matière 15 (15', 15'') est la zone qui, lors de l'étirage du flan, est en contact avec la face de pression 21 du poinçon 20 (voir figure 4). La zone de matière 17 (17', 17'') est la zone qui, lors de l'étirage du flan, est amenée à l'état d'écoulement.

Un élément 10 comprenant une partie de bordure 12 et un corps 13 est visible à la figure 3. Le corps, à son tour, consiste en une partie de paroi 18 et en une partie de fond 11. Sur la figure, la partie de paroi est en matière étirée, d'épaisseur réduite comparativement à l'épaisseur de la matière de départ. La partie de fond 11 est constituée de matière qui, tout en conservant les propriétés qu'elle avait, a été déplacée dans la direction axiale du corps. Au

surplus, on a indiqué une zone 19 dans laquelle la matière appartenant à la partie de bordure 12 a été mise en état d'écoulement.

5 Aux figures 4 à 8, on peut voir un certain nombre de serre-flans 30 qui fixent le flan 14. Un poinçon 20, avec une face de contact à pression 21, est situé entre les serre-flans 30. A la figure 4, le poinçon 20 est dans une position dans laquelle la face de contact à pression 21 est placée direc-  
10 tement sur la surface supérieure du flan 14. La figure 5 montre le poinçon après un déplacement vers le bas, l'écoulement de la matière ayant commencé. A la figure 6, le poinçon a été déplacé dans une mesure telle qu'un élément suivant la figure 3 a été formé.  
15 A la figure 7, le poinçon a été déplacé encore davantage, un nouvel écoulement de la matière ayant eu lieu. On a formé ainsi un élément 10' dont le corps 13' possède une partie de fond 11 dont les parties centrales consistent en une matière amorphe non étirée  
20 qui est entourée de matière orientée par l'étirage, dans laquelle l'écoulement a eu lieu. Finalement, à la figure 8, le poinçon 20 a été décalé dans une mesure telle que virtuellement toute la matière de la partie de fond 11'' du corps 13'' a subi l'écou-  
25 lement. On a formé ainsi un élément 10'' dans lequel aussi bien la partie de paroi que la partie de fond du corps ont acquis une épaisseur de paroi réduite parce que la matière a été mise en état d'écoulement et a été en même temps orientée.

30 Aux figures 9 et 10, on a représenté une forme de réalisation facultative des serre-flans 33a et 33b qui sont munis de canaux de refroidissement 31 et de canaux de chauffage 34. Sur les figures, on n'a montré que le conduit d'alimentation pour les canaux  
35 de chauffage, alors que le conduit de décharge des

canaux de chauffage est situé derrière le conduit d'alimentation sur les figures et est indiqué par la flèche pointant vers le haut. Tant les canaux de refroidissement que les canaux de chauffage sont couverts  
5 par des couvercles 35 sous forme de plaques, dont l'autre surface constitue en même temps la surface de contact des serre-flans pour serrer le flan. Une paroi isolante 32 sépare la zone refroidie des serre-flans de la zone chauffée. Dans certaines applica-  
10 tions, les canaux de chauffage sont également utilisés comme canaux de refroidissement, de même façon.

Par ailleurs, les figures montrent une forme de réalisation facultative d'un poinçon 20a qui est également muni de canaux de refroidissement 22. Les  
15 canaux de refroidissement sont couverts d'une chemise de refroidissement 23 qui, en même temps, représente la surface de contact extérieure du poinçon qui fait face à la matière pendant le processus d'étirage de cette dernière. La figure 9 montre une  
20 position du poinçon qui correspond à la position du poinçon sur la figure 5, et la figure 10 montre une position du poinçon qui correspond à la position du poinçon sur la figure 8. Le poinçon a une face de révolution à courbure symétrique qui est conformée  
25 de façon telle que lors de l'étirage dans tout le domaine d'écoulement, la matière soit toujours en contact avec la chemise de refroidissement, alors que la matière qui n'a pas encore été mise en état d'écoulement est complètement sans contact avec un  
30 dispositif quelconque dans la zone comprise entre le poinçon et les serre-flans.

Le chauffage de la matière à l'aide des canaux de chauffage 34 a pour but d'augmenter l'aptitude de la matière à s'écouler. Le chauffage est  
35 cependant limité dans la mesure où la température

de la matière doit être toujours inférieure à la température Tg de transition vitreuse. Le chauffage fait qu'il est possible de permettre à l'étape d'étirage de la matière de se poursuivre un peu jusque  
5 dans la zone comprise entre les mâchoires des serre-flans, comme montré à la figure 10. Une autre application facultative dans laquelle on tire parti de l'aptitude accrue de la matière à s'écouler s'obtient  
10 lorsque, pendant l'étape d'étirage, la zone d'écoulement initiale de la matière est dirigée vers la zone proche des bords intérieurs des serre-flans. Après que l'écoulement ait eu lieu, la zone d'écoulement est déplacée progressivement dans une direction s'écartant des serre-flans et tendant vers le fond du poinçon lorsque le poinçon se déplace progressivement  
15 vers le bas, comme montré sur les figures. Il en résulte que l'écoulement se propage toujours dans le même sens et qu'on évite un nouveau départ de l'écoulement tel qu'il s'en présente lorsqu'on utilise la forme de réalisation de l'invention montrée aux figures 4 à 8.  
20

La figure 11 montre un dispositif pour un étirage répété de l'élément formé auparavant. Sur la figure qui ne montre qu'une partie du dispositif, on  
25 voit un piston de presse 40, un anneau serre-flan 41, un anneau de serrage 42 et une paroi 18 de l'élément, la partie de paroi se trouvant dans le processus de mise en forme. Au surplus, on montre le fond 11'' du corps 13 de l'élément. L'anneau de serrage 42 est  
30 muni d'un dispositif de calibrage 43 qui détermine l'épaisseur de la matière, étirée à nouveau, dans la partie de paroi 18.

La figure 12 montre un corps d'un élément 50 qui a été formé au moyen du poinçon 20a suivant la  
35 figure 9, et dans lequel la partie de bord de l'élé-

ment a été produite à partir du corps.

5 A la figure 13, on a commencé le processus de  
mise en forme du corps 50 à l'aide d'un dispositif  
suivant la figure 11. Le processus de mise en forme  
a progressé à un point où on a formé un corps 71  
constitué d'une partie plus grande, principalement  
cylindrique, ayant le même diamètre que le corps 50,  
et d'une partie plus courte 59, de diamètre plus  
petit. A la figure 14, le processus de mise en forme  
10 a été achevé ; on a formé un corps principalement  
cylindrique 52 de même diamètre que dans la partie  
plus courte de la figure 13.

15 La figure 15 montre un corps 53 dont la partie  
plus courte 59 a été remise en forme à l'aide d'un  
dispositif suivant la figure 11, dans le but de ré-  
duire encore le diamètre de la partie plus courte 59'.  
Il y a une transition 58 entre la partie cylindrique  
plus courte 59' et la partie plus grande du corps 53.

20 La figure 16 montre un récipient 70 du genre  
d'une bouteille, produit à partir d'un corps 53 sui-  
vant la figure 15. La partie de fond de la partie  
plus courte 59' a été coupée et on l'a remplacée par  
une fermeture 55, par exemple un couvercle. Les parties  
de goulot qui ont été formées en coupant la partie  
25 de fond ont été dilatées et formées en cordon , après  
quoi la matière dans les zones du cordon a pris de  
préférence un degré de cristallinité plus grand à la  
suite du chauffage de la matière à la température de  
cristallisation. De cette façon, on a donné une ré-  
sistance plus grande au bord du goulot, en sorte  
30 qu'il convienne bien pour fermer le récipient, par  
exemple au moyen d'un capuchon ou d'une capsule-  
couronne. La transition déjà mentionnée entre la par-  
tie plus courte et la partie plus grande du corps  
forme maintenant un col de bouteille 58'. La figure  
35

montre aussi comment un disque d'extrémité 56 est fixé à l'autre extrémité du récipient 70' après que le récipient ait été rempli. En conséquence de la dilatation, de la formation du cordon et du chauffage de la matière, on a obtenu ici aussi des sections de matière qui conviennent par exemple pour adapter un disque d'extrémité par sertissage pour fermer le récipient.

Les figures 17 à 19 représentent des contreparties des figures 13 et 14.

Les figures montrent comment le corps d'un élément, formé à partir du corps 11'' suivant la figure 7, subit un allongement axial avec réduction simultanée du diamètre du corps et forme un corps 61 presque complètement cylindrique, dont la partie de fond comprend une section 62 de matière principalement amorphe. Pendant le processus de mise en forme, on obtient une forme intermédiaire du corps, indiquée par 60 à la figure 18.

Dans la forme de réalisation de l'invention dans laquelle on forme un corps comportant une zone de fond amorphe, on obtient une zone de matière qui convient comme matière de fixation pour le soudage sur des parties supplémentaires pour le corps. En rendant la matière cristalline, on obtient une zone d'une stabilité dimensionnelle extrême, de sorte qu'il devient possible d'utiliser le récipient pour emmagasiner du liquide sous pression, par exemple des boissons auxquelles on a ajouté de l'acide carbonique, sans risquer de déformer la partie de fond. Le concept de l'invention comprend aussi le remplacement de la forme de réalisation plane de la partie de fond par une face convexe ou concave, suivant les intentions particulières que l'on a pour répondre à diverses applications.

Les figures 20 à 22 montrent des formes de réalisation facultatives de récipients soufflés. Tous les récipients sont fermés par des disques d'extrémité de la manière déjà décrite à propos de la figure 16. Naturellement, cette combinaison d'un récipient soufflé et d'un disque d'extrémité doit n'être considérée que comme un exemple des possibilités de fermeture dont on dispose.

La figure 20 montre une forme de réalisation dans laquelle la matière dans le récipient soufflé est de la matière préalablement étirée. Le récipient est formé d'une partie de corps suivant la figure 12 ou suivant la figure 14.

La figure 21 montre une forme de réalisation d'un récipient soufflé qui a été formé à partir d'une partie de corps suivant la figure 17 ou la figure 19. Lors du soufflage, la zone de matière amorphe 22 est restée à l'état amorphe sans changement, et elle représente une partie ou section plus épaisse dans la partie de fond du récipient. Dans certaines formes de réalisation, on chauffe cette section jusqu'à la température de cristallisation de la matière pour former une section de fond qui convient particulièrement pour résister aux forces de déformation, par exemple à des forces dues à une pression intérieure dans le récipient. La matière amorphe convient aussi pour y souder des parties de matière plastique supplémentaires.

La figure 22 montre une forme de réalisation d'un récipient soufflé qui a été formé à partir d'un corps, le fond de la partie de corps étant fait de manière alternée de sections de matière qui ont été étirées jusqu'à ce que l'écoulement commence, et de sections de matière qui ont conservé leur épaisseur originelle. De cette façon, une simple section 21 de

matière amorphe a été formée, entourée par une section annulaire amorphe 72 qui est située en dessous de la section centrale. La section centrale et la section annulaire sont reliées par de la matière qui a  
5 été étirée jusqu'à ce que commence l'écoulement. La section de matière annulaire forme des surfaces de repos pour le récipient. Les parties qui forment la coque du récipient sont en règle générale conformées à partir d'une matière étirée à nouveau. Ce  
10 nouvel étirage est nécessaire au moins dans les cas où le récipient a une dimension axiale relativement grande.

Le soufflage s'exécute de manière connue à une température de la matière qui est supérieure à la  
15 température de transition vitreuse,  $T_g$ . Normalement, le soufflage a lieu contre des parois de moule chauffées. Dans certains exemples de formes de réalisation, un mandrin de soufflage allongé chaud est nécessaire pour éviter un refroidissement excessif de la matière  
20 pendant l'étape de soufflage.

La matière orientée par l'écoulement possède des propriétés de résistance améliorées dans la direction de l'orientation, qui est largement la même que la direction d'étirage de la matière. Comme la matière  
25 a été chauffée à une température supérieure à la température de transition vitreuse,  $T_g$ , il n'y a pas de difficultés dans un processus de soufflage, pour ce qui concerne la remise en forme de l'élément en étirant la matière dans une direction qui est principalement perpendiculaire à la direction d'orientation.  
30 Un élément remis en forme de cette façon donne par exemple un récipient ayant une surface de coque centrale d'un diamètre qui dépasse le diamètre de l'ouverture, et ayant un fond qui comprend une surface  
35 de pose entre le bord inférieur de la surface de la

coque et la surface du fond, la surface du fond étant soit légèrement concave, soit comprenant une section de matière annulaire déplacée par rapport à une autre dans la direction axiale du récipient.

5           La description donnée ci-dessus, de l'élément ne représente que des exemples d'application de l'invention. L'invention permet naturellement qu'ait lieu un certain nombre d'étapes d'étirage successives, des zones de matière étirée et de matière non étirée se formant en alternant. Par exemple, le corps consiste en parties de bande ou parties de paroi avec des sections qui contiennent de la matière non étirée, tandis que la partie de fond consiste en sections, par exemple en sections annulaires, qui contiennent 10 de la matière non étirée et qui sont déplacées en direction axiale du corps par rapport au bord inférieur de la partie de paroi.

15           Le concept de l'invention s'étend à beaucoup de formes de réalisation facultatives. Suivant l'une de celles-ci, l'étirage du corps de l'élément est 20 réalisé par un certain nombre d'étapes d'étirage, l'aire de contact du poinçon diminuant pour chaque étape d'étirage. Il en résulte que si, notamment, le poinçon s'amincit dans la direction des surfaces de contact, la largeur de la zone de matière 25 est adaptée à la mesure dont l'étape d'étirage a eu lieu.

REVENDEICATIONS

1.- Procédé pour la fabrication d'un article de matière thermoplastique, par exemple un récipient ou une partie d'un récipient, caractérisé en ce qu'on  
5 serre un flan sensiblement plat, constitué de préférence de téréphtalate de polyéthylène ayant un degré de cristallinité inférieur à 10 %, de préférence inférieur à 5 %, entre des serre-flans, pour former une  
10 ou plusieurs zones qui sont complètement entourées par des sections de matière, serrées ou encastrées, analogues à des bandes fermées ; en ce qu'on applique un poinçon contre chaque zone, la surface de contact du poinçon avec la zone étant plus petite que la zone  
15 totale entourée, une zone de matière analogue à une bande fermée étant formée entre les sections de matière encastrées et la zone en contact avec le poinçon ; en ce qu'on déplace le poinçon par rapport aux serre-flans à l'aide de mécanismes d'entraînement, le poinçon restant en contact continu avec la zone citée  
20 en premier lieu, la matière dans la zone analogue à une bande formée entre les sections encastrées et la zone en contact avec le poinçon étant étirée dans une mesure telle qu'un écoulement ait lieu dans la matière ainsi orientée, des sections d'un élément  
25 étant formées, lesquelles comprennent une partie de bordure de la matière provenant des sections de matière encastrées, et un corps qui est renforcé par rapport à la partie de bordure, le corps comprenant des sections de matière qui ont été étirées jusqu'à  
30 ce que l'écoulement commence et qui proviennent de la zone analogue à une bande fermée comprise entre les sections de matière encastrées et la zone en contact avec le poinçon, le degré de cristallinité de cette matière étant compris entre 10 % et 25 %, de préférence  
35 entre 12 % et 20 %, tandis que le degré de

crystallinité de la matière dans la partie de bordure et dans les parties non étirées du corps, de préférence celles situées dans le fond du corps, conserve sa valeur antérieure inférieure à 10 % ; en ce qu'on  
5 sépare de préférence le corps de la partie de bordure; et en ce qu'on remet en forme le corps ou des parties de celui-ci, la matière se trouvant à une température supérieure à la température de transition vitreuse, (Tg), par soufflage contre des parois d'un moule, de  
10 préférence chaudes, de façon qu'il en résulte la forme du produit final.

2.- Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on allonge le corps ou des parties de celui-ci en direction axiale, avant soufflage, par  
15 un certain nombre d'étapes de nouvel étirage, et en ce que le corps conserve des dimensions réduites en direction perpendiculaire, l'épaisseur de la matière étirée étant très largement non changée.

3.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'on poursuit l'étape d'étirage pour amener la matière à  
20 s'écouler jusqu'à ce qu'à peu près toute la matière de la zone soumise au poinçon ait subi l'écoulement, en conséquence de quoi à peu près toute la matière du  
25 corps consiste en une matière qui a subi l'étape d'écoulement.

4.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on prend la surface de contact du poinçon plus petite que la  
30 surface de la zone qui est complètement entourée par les sections encastrées analogues à des bandes fermées, pour que l'écoulement de la matière commence au poinçon.

5.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on choisit  
35

la largeur des sections de matière encastrées de façon que l'écoulement de la matière, à la fin de l'étape d'étirage, s'étende jusque dans lesdites sections et se termine dans celles-ci.

5           6.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'immédiatement avant l'étirage, la matière se trouve à une température inférieure à la température (Tg) de transition vitreuse, et correspondant de préférence à la  
10 température ambiante.

7.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on soumet la matière, au moins pendant l'étape d'étirage, à un refroidissement accéléré dans la zone d'écoulement .  
15

8.- Appareil pour la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce que le poinçon est muni de dispositifs de refroidissement qui sont arrangés de telle manière que, lors de  
20 l'étirage de la matière, les zones dans lesquelles la matière s'écoule soient en contact avec les dispositifs de refroidissement.

9.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la matière thermoplastique est constituée de polyester ou de  
25 polyamide, par exemple de téréphtalate de polyéthylène, de polyhexaméthylène-adipamide, de polycaprolactame, de polyhexaméthylène-sébaçamide, de 2,6-naphtalate de polyéthylène et de 1,5-naphtalate de polyéthylène, de 1,2-dihydroxybenzoate de poly-  
30 tétraméthylène et de copolymères de téréphtalate d'éthylène, d'isophtalate d'éthylène ou d'autres matières plastiques polymères semblables.

10.- Récipient fabriqué suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, comprenant une  
35

partie d'embouchure ou de goulot comprenant un bord de goulot, une partie récipient, une transition entre la partie de goulot et la partie récipient et une partie de fond comprenant une transition entre la partie récipient et la partie de fond, caracté-  
5 risé en ce qu'essentiellement toute la matière est orientée et a un degré de cristallinité qui est au plus de 60 %, et qui est de préférence compris entre 10 % et 40 %.

10 11.- Récipient fabriqué suivant l'une quelconque des revendications 1, 2 et 4 à 9, comprenant une partie d'embouchure ou de goulot comprenant un bord de goulot, une partie récipient, une transition  
15 entre la partie de goulot et la partie récipient et une partie de fond comprenant une transition entre la partie de fond et la partie récipient, caracté-  
20 risé en ce que toute la matière dans la partie de goulot, dans la transition entre la partie de goulot et la partie récipient, dans la partie récipient et de préférence dans la transition entre la partie  
25 récipient et le fond, est orientée et a un degré de cristallinité d'au plus 60 %, de préférence compris entre 10 % et 40 %, tandis que dans le fond, il y a des sections de matière orientée, d'une épaisseur en principe identique à celle du flan.

FIG 1

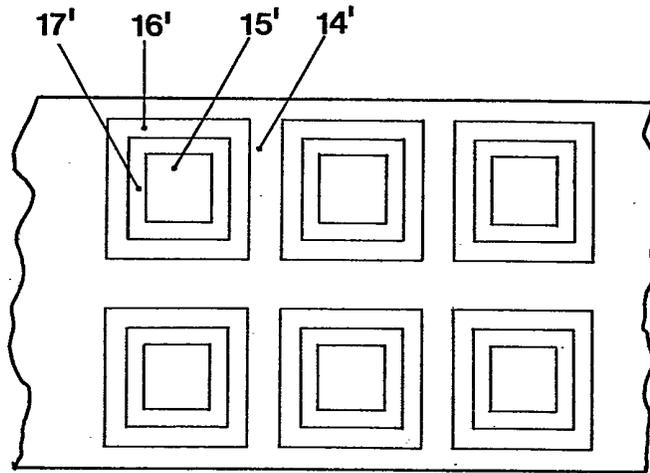


FIG 2

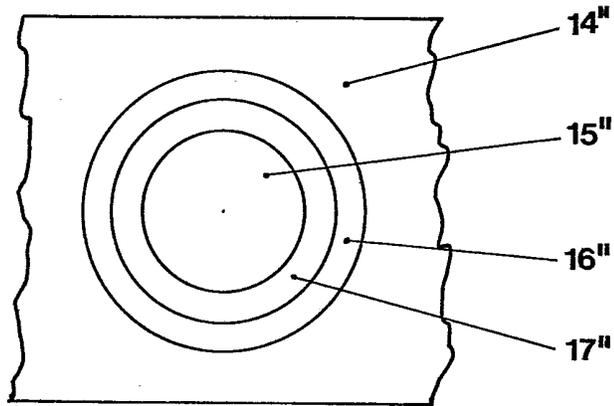


FIG 3

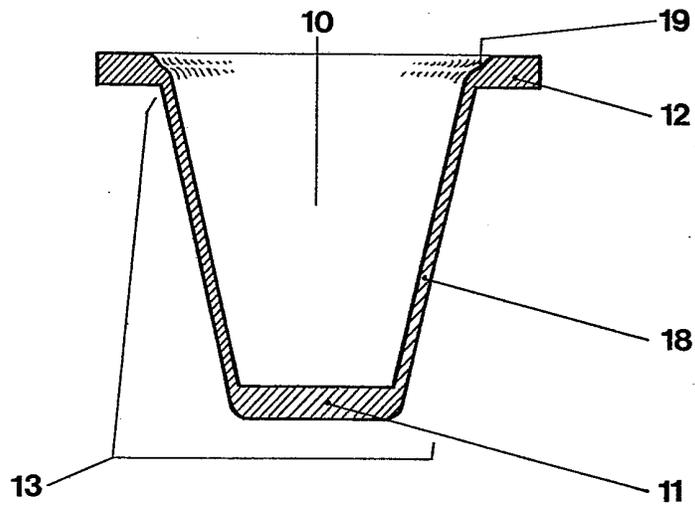


FIG 4

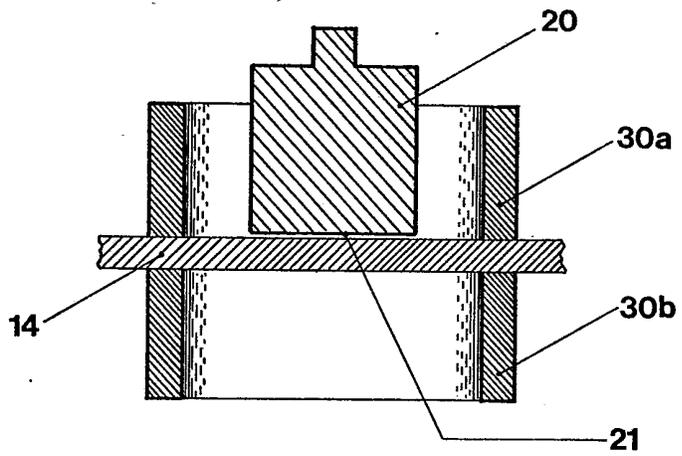


FIG 5

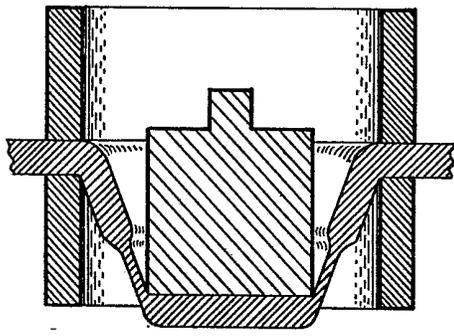
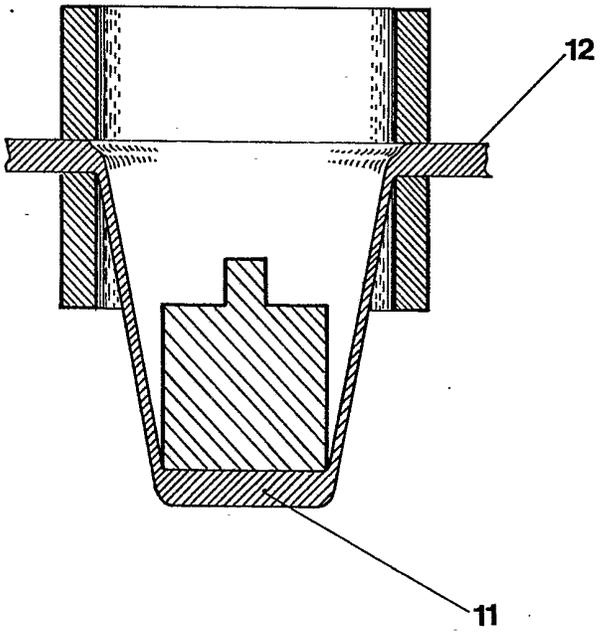


FIG 6



3/8

FIG 7

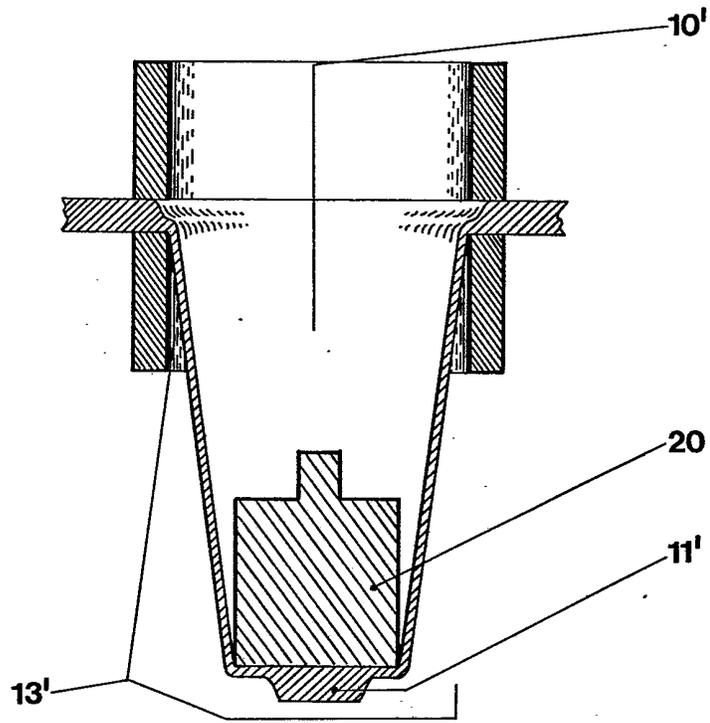
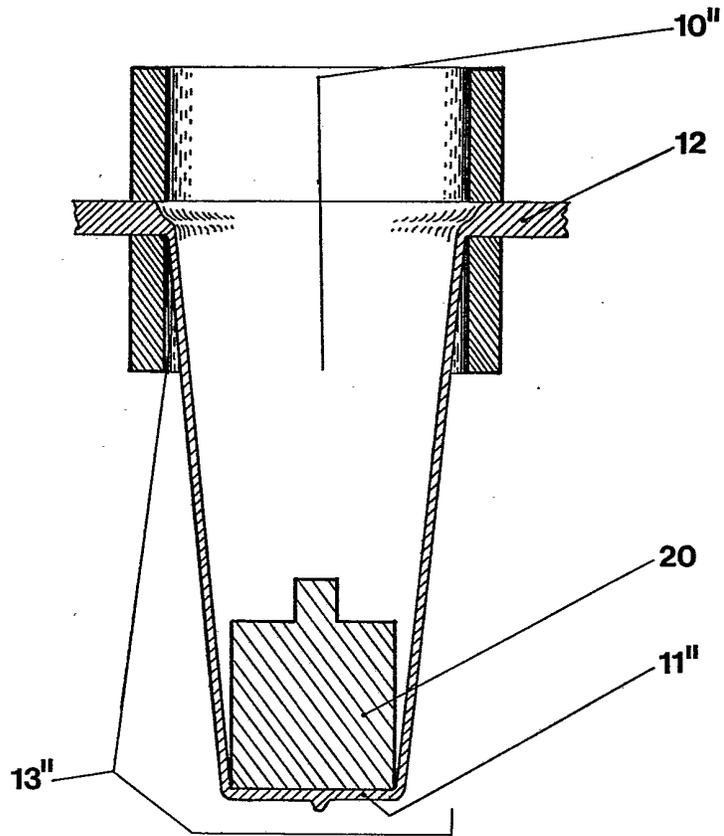


FIG 8



4/8

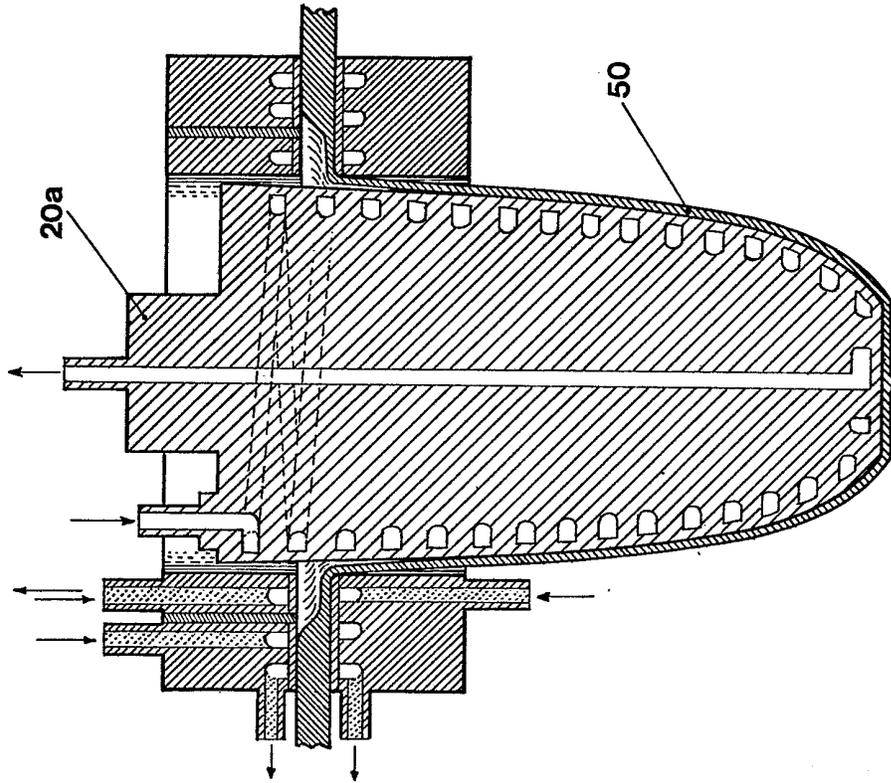


FIG 10

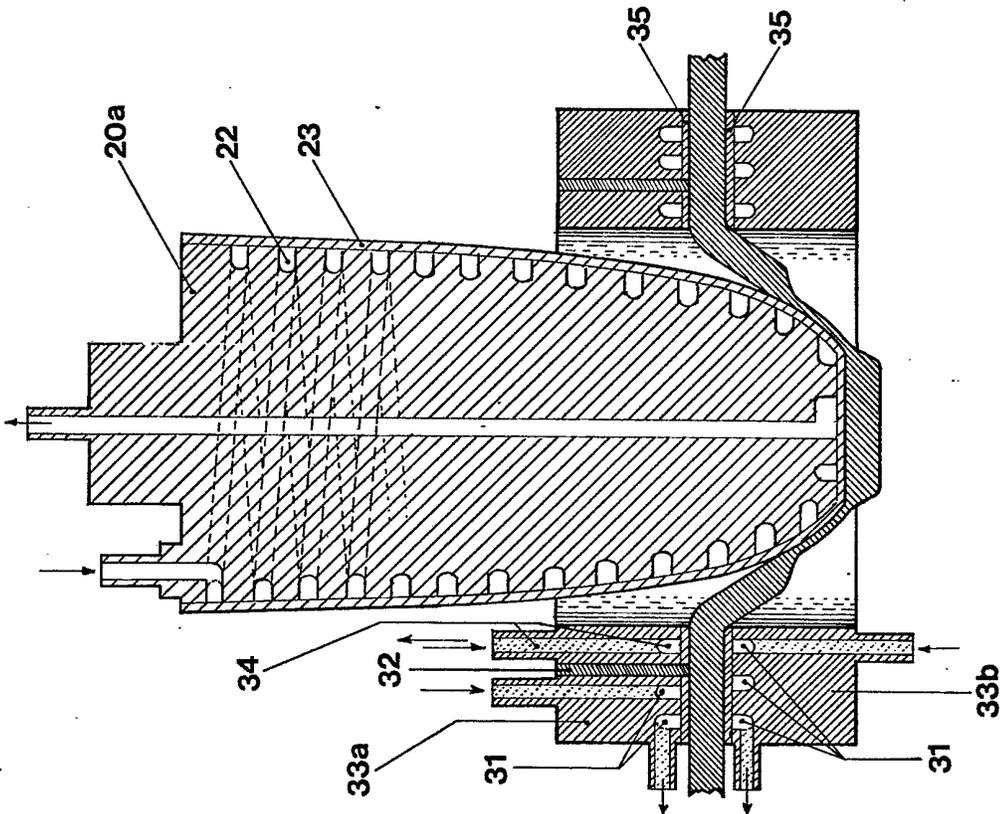


FIG 9

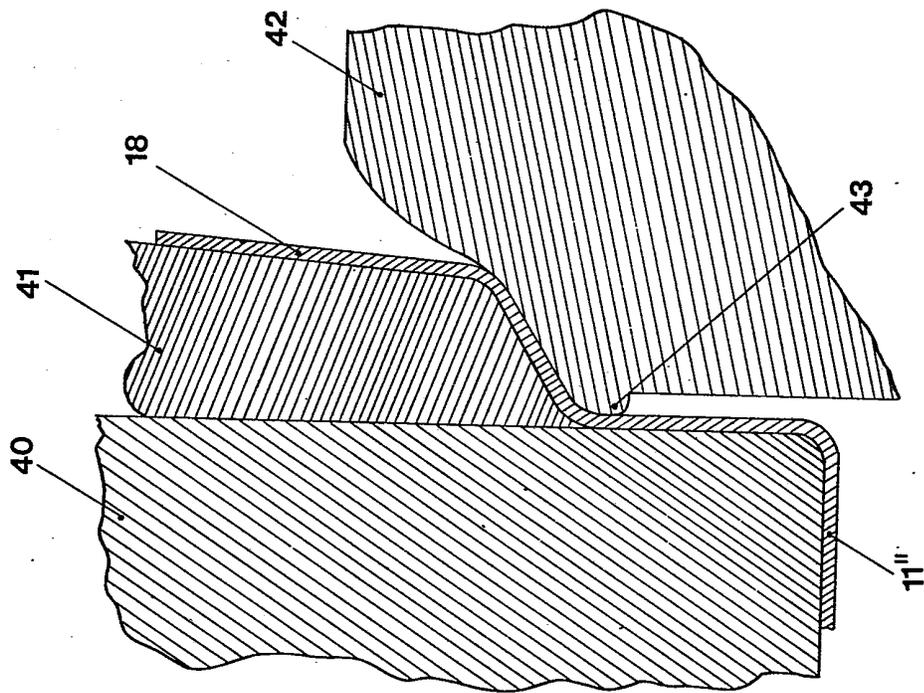


FIG 11

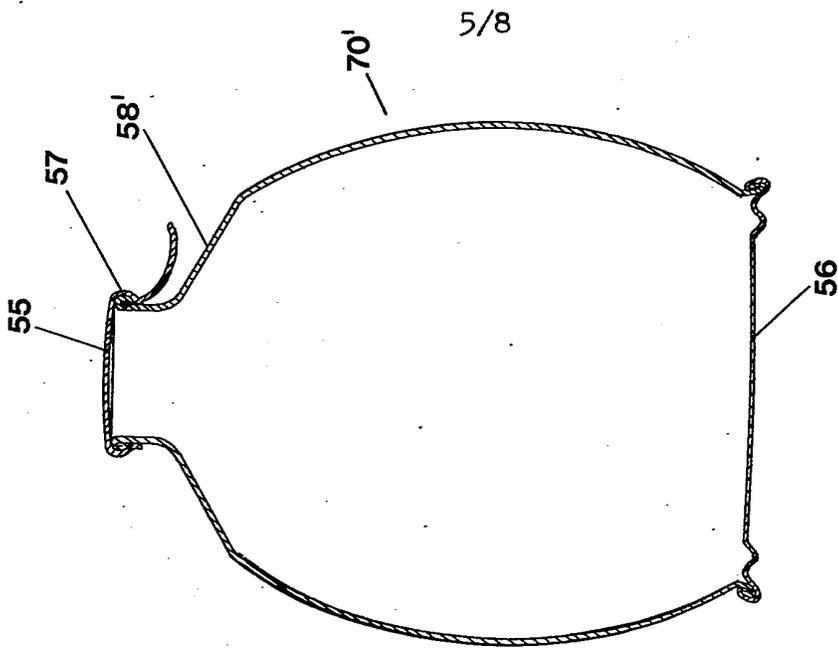


FIG 16

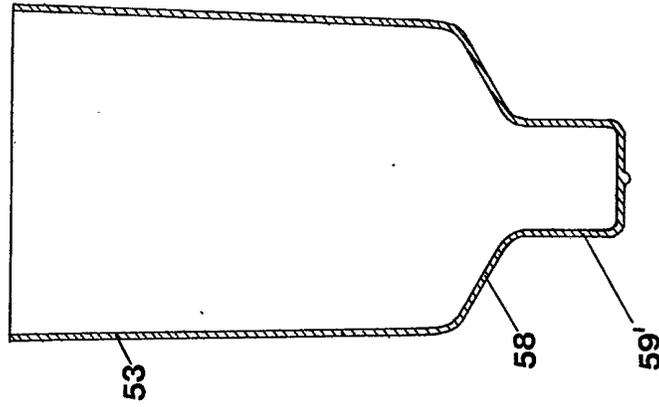


FIG 15

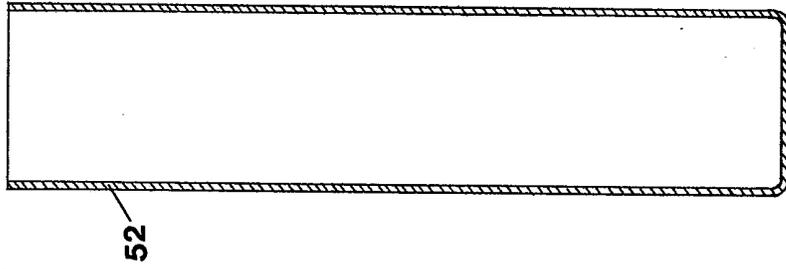


FIG 14

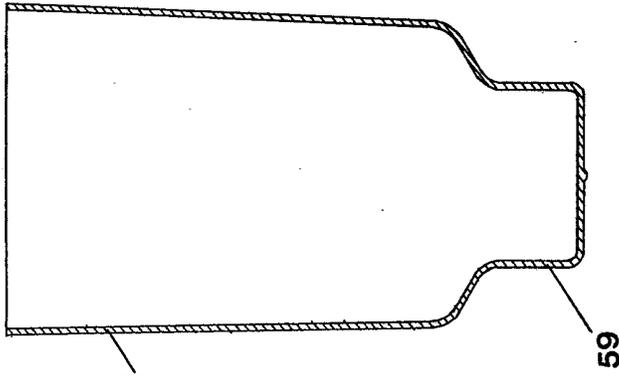


FIG 13

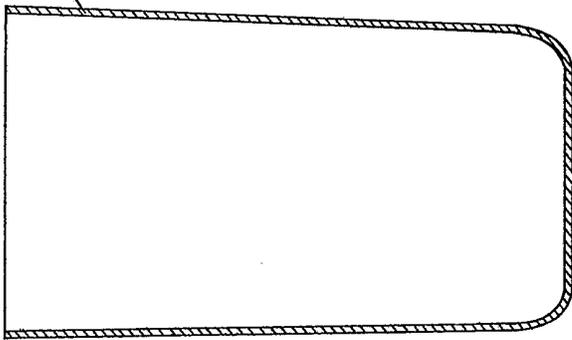


FIG 12

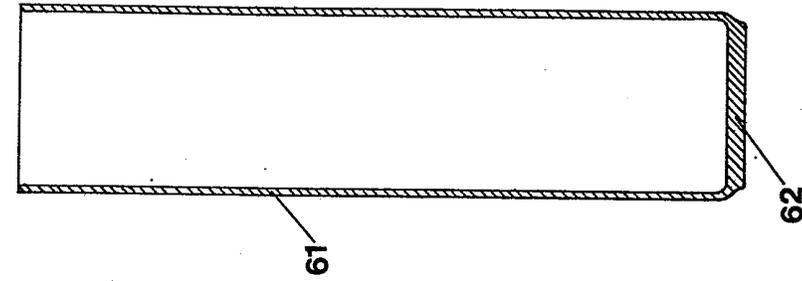


FIG 19

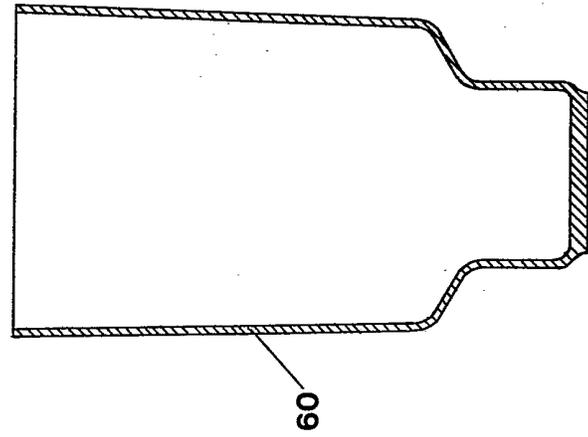


FIG 18

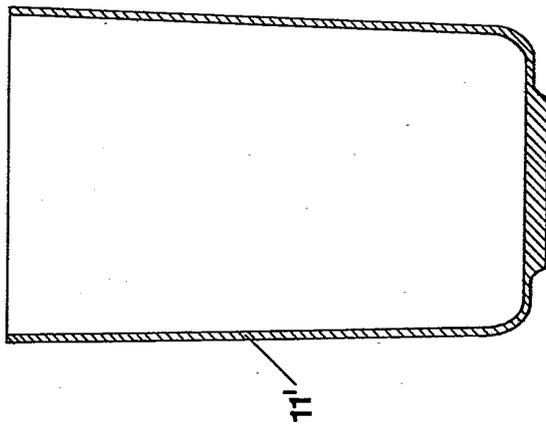


FIG 17

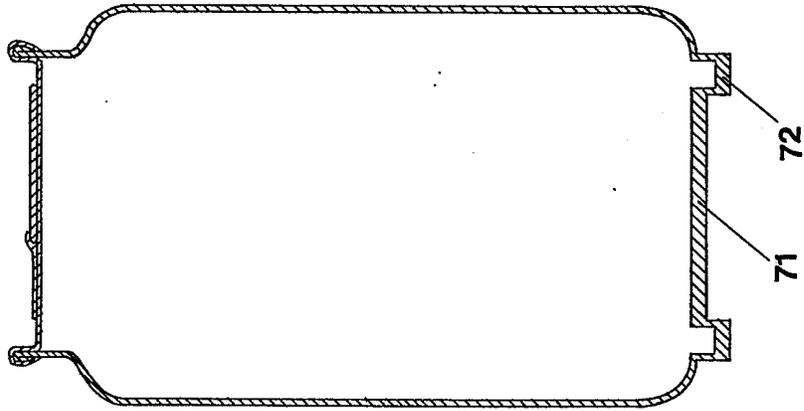


FIG 22

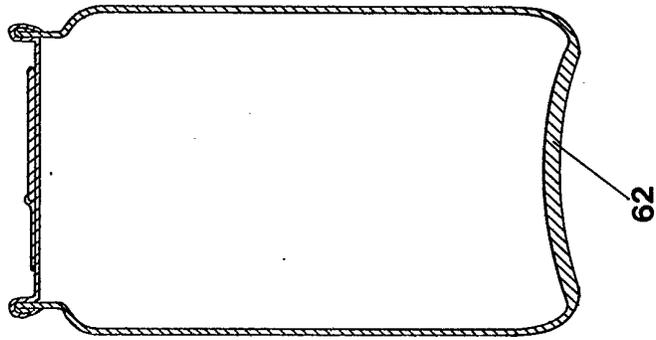


FIG 21

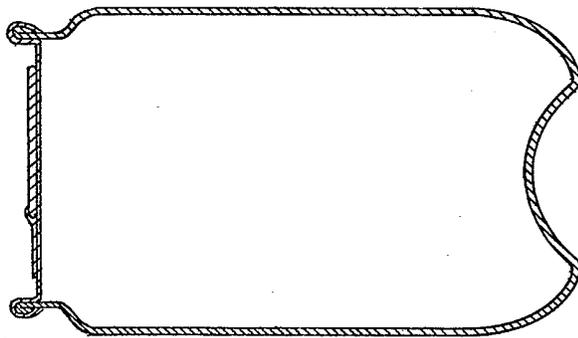


FIG 20